



**TRAFO MERKEZLERİNDE MANYETİK ALAN MARUZİYETLERİ ÜZERİNE  
BİR İNCELEME**

**UMUT ÇETİN SAĞDIÇOĞLU**

**OCAK 2018**

**TRAFO MERKEZLERİNDE MANYETİK ALAN MARUZİYETLERİ ÜZERİNE  
BİR İNCELEME**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ**

**HAZIRLAYAN  
UMUT ÇETİN SAĞDIÇOĞLU**


**İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OCAK 2018**

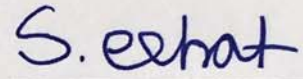
Tezin Başlığı: **Trafo Merkezlerinde Manyetik Alan Maruziyetleri Üzerine Bir İnceleme**

Hazırlayan **Umut Çetin SAĞDIÇOĞLU**

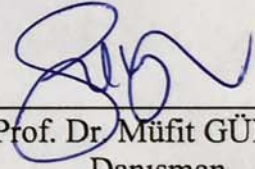
Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı.

  
Prof. Dr. Can ÇOĞUN  
Müdür

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

  
Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyoruz.

  
Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ  
Danışman

**Tez Savunma Tarihi:**

**Tez Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

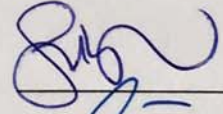
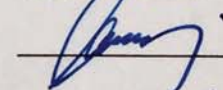
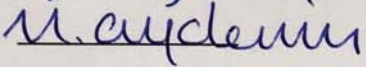
(Çankaya Üni.)

Prof. Dr. Can ÇOĞUN

(Çankaya Üni.)

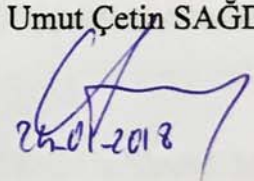
Prof. Dr. Mehmet Timur AYDEMİR

(Gazi Üni.)

## TEZDE İNTİHAL OLMADIĞINA DAİR BEYAN

Bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları alıntılıdığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

Ad, Soyad : Umut Çetin SAĞDIÇOĞLU  
İmza :   
Tarih : 22.01.2018

## ÖZ

# TRAFO MERKEZLERİNDE MANYETİK ALAN MARUZİYETLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

SAGDIÇOĞLU, Umut Çetin

Yüksek Lisans, İş Sağlığı ve İş Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

Ocak 2018, 66 sayfa

Artan enerji ihtiyacı ile sayıları gün geçtikçe artan ve enerji iletim sisteminin kalbi olarak görülen trafo merkezlerinde görev yapan işletme teknisyenleri işleri gereği manyetik alana maruz kalmaktadırlar. Bu çalışmada, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde 31 farklı "154kV/34,5kV" trafo merkezinde manyetik alan ölçümü yapılarak çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından maruziyetleri değerlendirilmiştir.

Ölçümler düşük frekansta ölçüm yapan TENMARS TM-192D Üç Eksenli Manyetik Alan Ölçer cihazı ile çalışanların yaptıkları farklı görevler için buldukları noktalarda yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ölçüm noktalarına göre kategorize edilmiş olup, ölçüm sırasında trafo merkezindeki anlık yük durumu da göz önüne alınarak trafo merkezleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırma sonuçları ile ulusal ve uluslararası düzenlemelerle belirlenen limit değerler ışığında trafo merkezi işletme teknisyenleri için yüksek maruziyet teşkil eden bölgeler tespit edilmiştir. Ölçümler sonucunda en yüksek maruziyet değerinin eski tip trafo merkezlerinin kapalı şalt hücre önlerinde olduğu görülmüş olup buradaki en büyük etkenin sistem ile personel arasındaki kısa mesafe olduğu tespit edilmiştir. Manyetik alan maruziyetinin azaltılması için, gelişen teknolojinin sağladığı imkanlar dahilinde işletme teknisyenlerinin tüm işlemleri uzaktan kontrol sistemleri ile kumanda odasından yapması faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Trafo Merkezi, Manyetik Alan, İşletme Teknisyeni

## ABSTRACT

### AN INVESTIGATION ON MAGNETIC FIELD EXPOSURE IN TRANSFORMER SUBSTATIONS

SAĞDIÇOĞLU, Umut Çetin

M.Sc., Department of Occupational Health and Occupational Safety

Supervisor: Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

January 2018, 66 pages

Operation technicians working in the electrical substations that are seen as the heart of the energy delivery systems with their growing numbers due to the growing energy need are exposed to magnetic fields as a part of their jobs. In this study, the expositions of the workers in terms of occupational health and safety were evaluated by gauss measurement in the various regions of Turkey's 31 different "154kV/34,5kV" electrical substations.

Measurements were done in various points where the workers ranged according to their duties with TENMARS TM-192D triaxis gauss meter that makes measurements in low frequency levels. The results are categorized according to the measurement points. With the comparison results, in consideration of limit values determined by national and international regulations, high exposition regions for the operation technicians were detected. The highest exposition value was seen in front of the switchgear of the old type electrical substations.

In order for decreasing the magnetic field expositions, it would be beneficial for the operation technicians to operate all transactions via remote control systems from the control room with the bounds of possibility of the advancing technology.

**Keywords:** Transformer substation, magnetic field, operation technician

## TEŞEKKÜR

Çalıőmamın baőından sonuna kadar zamanını ve emeğini esirgemeyen çok değerli hocam ve tez danıőmanım Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ'e, ölçümlerin alınması sırasında yardımcı olan trafo merkezi işletme teknisyenlerine, tez çalışması süresi boyunca gece gündüz demeden yardımlarını ve desteğini esirgemeyen eőim Selin ŐANSAL SAĞDIÇOĞLU'na ve bugünlere gelmemi sağlayan aileme teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

TEZDE İNTİHAL OLMADIĞINA DAİR BEYAN .....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
1.1    Literatür Taraması .....	2
1.2    Tezin Amacı.....	6
BÖLÜM 2 .....	7
TEMEL TEKNİK KAVRAMLAR VE TRAFOLAR .....	7
2.1 Elektromanyetik Alan .....	7
2.1.1 Yük ve Alan Kavramı.....	9
2.1.2 Elektrik Alan .....	9
2.1.3 Manyetik Alan.....	9
2.2 Trafo Merkezi.....	12
2.3 Trafo Merkezi Ekipmanları.....	14
2.3.1 Güç Trafosu.....	14
2.3.2 Ayırıcılar .....	15
2.3.3 Kesiciler .....	16
2.3.4 Akım Trafosu .....	17
2.3.5 Gerilim Trafosu.....	17
2.3.6 Açık Tip Orta Gerilim Hücreler.....	18
2.3.7 Metal Muhafazalı Modüler Hücreler .....	19
2.3.8 Kumanda Panosu .....	20
2.4 Ki-Kare Analizi ve P Değeri.....	21



<b>BÖLÜM 3</b> .....	22
<b>ULUSAL VE ULUSLARARASI YASAL MEVZUAT</b> .....	22
<b>BÖLÜM 4</b> .....	26
<b>TRAFO MERKEZLERİNDE MANYETİK ALAN ÖLÇÜMÜ</b> .....	26
<b>4.1 Güç Trafosu Etrafı Ölçümleri</b> .....	31
<b>4.2. Açık Şalt Kesici Etrafı Ölçümleri</b> .....	32
<b>4.3. Açık Şalt Ayırıcı Etrafı Ölçümleri</b> .....	33
<b>4.4. Açık Şalt Akım Trafosu Etrafı Ölçümleri</b> .....	35
<b>4.5. Açık Şalt Gerilim Trafosu Etrafı Ölçümleri</b> .....	36
<b>4.6. Yürüme Yolu Ölçümleri</b> .....	37
<b>4.7. Kapalı Şalt Ölçümleri</b> .....	38
<b>4.8. Kumanda Odası Ölçümleri</b> .....	39
<b>BÖLÜM 5</b> .....	43
<b>TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	43
<b>KAYNAKLAR</b> .....	47
<b>EKLER</b> .....	51

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Elektromanyetik Spektrum (15).....	8
Şekil 2 Bir İletkenin Oluşturduğu Manyetik Alan (20) .....	10
Şekil 3 İki İletkenin Oluşturduğu Manyetik Alan (19) .....	11
Şekil 4 Açık Şalt Sahalı Trafo Merkezi Modellemesi .....	13
Şekil 5 Güç Trafosu .....	14
Şekil 6 Ayırıcı .....	15
Şekil 7 Kesici .....	16
Şekil 8 Akım Trafosu.....	17
Şekil 9 Gerilim Trafosu .....	18
Şekil 10 Açık Tip Orta Gerilim Hücreler.....	19
Şekil 11 Metal Muhafazalı Modüler Hücreler .....	20
Şekil 12 Kumanda Panosu .....	20
Şekil 13 Yeni ve Eski Tip Dağıtım Hücreleri .....	27
Şekil 14 Eski Tip Trafo Merkezi Yerleşim Planı.....	29
Şekil 15 Yeni Tip Trafo Merkezi Yerleşim Planı .....	30

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 0 Hz 300 GHz Aralığında Halkın Elektromanyetik Alanlara Maruziyet Limiti.....	22
Tablo 2 Konsey Tavsiyesinin Referans Değerleriyle İlgili Üye Devletlerde Uygulanan Tedbirlere Genel Bakış.....	23
Tablo 3 1 Hz - 10 MHz Aralığında Manyetik Alan Maruziyet Eylem Değerleri .....	24
Tablo 4 0 Hz -300 GHz Frekans Bantlarındaki Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlar İçin Limit Değerler .....	25
Tablo 5 Güç Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	32
Tablo 6 Açık Şalt Kesici Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	33
Tablo 7 Açık Şalt Ayırıcı Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	34
Tablo 8 Açık Şalt Akım Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	35
Tablo 9 Açık Şalt Gerilim Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri.....	36
Tablo 10 Yürüme Yolu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	37
Tablo 11 Kapalı Şalt Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	38
Tablo 12 Kumanda Odası Manyetik Alan Ölçüm Değerleri .....	39
Tablo 13 Trafo Merkezleri Ortalama Manyetik Alan Değerleri.....	40
Tablo 14 Eski ve Yeni Tip Trafo Merkezleri Ortalama Manyetik Alan Değerleri ve Ki-Kare Analiz Çıktısı .....	41

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte dünyamızda enerjiye olan talep artmaktadır. Enerji sistemi altyapısı üretim, iletim ve dağıtım olmak üzere 3 ana kategoride sınıflandırılmıştır. Santrallerde üretilen elektrik, yüksek gerilim hatları ile iletilir ve talep olan bölgelerde dağıtım şebekesi aracılığı ile kullanıcılara sunulur. Enerjinin iletiminde, sistemin kalbi olarak görülen trafo merkezlerine gün geçtikçe yenileri eklenmektedir. 2016 yılı sonu itibariyle yalnızca Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi'ne ait 718 adet trafo merkezi faaldir. (1) Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları tarafından hazırlanan 2012-2016 yılları İstatistik Yıllığı'na göre ise, 2016 yılı itibariyle demiryollarının enerjilendirilmesinde 42 adet trafo merkezi faaliyet göstermektedir. (2) Bunun yanında enerji santralleri ve büyük sanayi işletmeleri gibi bünyesinde trafo merkezi barındıran devlet ve özel şirket işletmesinde bulunan trafo merkezleriyle bu sayı 1000'i aşmaktadır.

Trafo merkezlerinin sistemin bir parçası olmasının temel amacı şu şekilde izah edilebilir; Elektrik enerjisi santrallerde üretilen seviyede değil, gerilimi yükseltilmiş olarak iletim hattına verilir. Çünkü  $P=V \times I$  formülünden de görülebileceği gibi, sabit bir gücün düşük gerilim değeriyle iletilebilmesi için akım seviyesinin yüksek olması gereklidir ki, yüksek akımın taşınması için çok kalın iletkenlere ihtiyaç vardır ve bu uygulama açısından hem zor hem de maliyetlidir. Ayrıca gerilimin yükseltilmesi akımı azaltacağından iletim

hattındaki kayıplar da azalmaktadır. (3) Gerilimin yükseltilmesi ve düşürülmesi işlemlerinin gerçekleştirildiği trafo merkezleri günde 3 vardiya halinde işletme teknisyenleri tarafından işletilmektedir. Yaptıkları iş gereği işletme teknisyenleri elektrik ve manyetik alana maruz kalmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde 31 farklı "154kV/34,5kV" indirici tip trafo merkezinde manyetik alan ölçümü yapılarak çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından maruziyetleri değerlendirilmiştir.

### **1.1 Literatür Taraması**

Ülkemizde elektrik 50 Hz frekansta alternatif akım (AC) olarak santrallerde üretilmekte, yükseltici trafo merkezlerinde gerilim yükseltilerek şehirlere iletim hatlarıyla taşınmakta, indirici trafo merkezlerinde orta gerilime düşürülmekte ve dağıtım şebekesine verilmektedir. Elektrik üretilen, iletilen veya kullanılan her yerde, elektrik yüklerinin varlığı ve hareketlerinden dolayı elektrik ve manyetik alanlar oluşmaktadır. Bu alanlar frekans, faz, yön ve büyüklük parametreleriyle ifade edilen zamanla değişen vektörel niceliklerdir. (4)

Elektrik alanlar gerilim tarafından üretilir ve gerilim arttıkça gücü artar. Birimi V/m'dir. Manyetik alanlar ise tellerin veya elektrikli cihazların içinden geçen akımın sonucudur ve akım arttıkça gücü artar. Birimi Tesla ve Gauss'tur. Manyetik alanın oluşması için elektrikli cihazın çalışması ve akımın akması gereklidir. Elektrik alan ise cihaz elektrik kaynağına bağlı olduğu sürece, kapalı olduğunda dahi vardır. Elektrik alanları, iletken malzemeler, ağaçlar, yapılar ve insan derisi gibi malzemelerle zayıflar. Ancak manyetik

alanlar çoğu malzemeyi geçer, bu nedenle engellemek daha zordur. Kaynaktan uzaklaşmak elektrik ve manyetik alan maruziyetini azaltmak için en etkili yöntemdir. (5)

Barnes'e göre, elektromanyetik alanın bileşeni olan manyetik alan insan vücudunda enerjisi zayıflamadan en derine kadar nüfuz eder, bu nedenle elektromanyetik alanın diğer bileşeni elektrik alana kıyasla manyetik alanın etkileri üzerinde daha çok çalışma yapılmalıdır. (6)

Modern hayatta en önemli elektromanyetik alan maruziyeti 20. yüzyılın başlarına uzanan elektrik üretimi, iletimi ve tüketiminden kaynaklı alan maruziyetidir. Elektrik enerjisi 50-60 Hz frekansta üç faz olarak üretilip, kayıpları önlemek adına yerleşim alanlarına yüzlerce kilovoltta yükseltilmiş olarak gönderilir. Yerleşim alanlarında, kullanıcılara dağıtım için 220-230 volt değerlerine dönüştürülmektedir. Trafo merkezleri yakınlarında ve iletim hatları altında manyetik alan yoğunluğu 0,5 ile 1 Gauss'a (50-100  $\mu$ T) elektrik alan ise yaklaşık 10kV/m değerlerine ulaşmaktadır.(7)

Enerji iletim hatları etrafındaki elektrik alanları hat gerilimi değişmediğinden dolayı daha karardır, ancak manyetik alan anlık değişen yük durumuna göre farklılık gösterir.(5)

Manyetik alanlar iletkenlerin etrafında düzgün dağılım gösterir.(8) Hattın yüksekliği, sehim, iletken cinsi, her fazda bulunan iletken sayısı ve arazi koşulları gibi fiziksel faktörlere göre de değişiklik gösterir.(9) Elektrik ve manyetik alanların büyüklüğü hatların altında yüksektir, pylonların eksenlerinden uzaklaştıkça hızla azalır.(10)

Helhel ve Özen'in 2010 yılında Antalya bölgesinde yaptığı evlerin, okulların ve iş yerlerinin yanından geçen iletim hatlarının yarattığı manyetik alanın ölçülmesi konulu araştırma sonucuna göre, manyetik alan değerlerinin 0,22  $\mu$ T ile 5,3  $\mu$ T aralığında olduğu, en yüksek değer in iletim hatlarının tam altında kaydedildiği belirtilmiştir. (11)

Safifianni ve Kostopoulou'nun yapmış olduğu çalışmaya göre, 132/11,5 kV trafo merkezinde kumanda binasının içindeki odalarda ölçülen elektrik alan değeri ICNIRP referans değerlerinin oldukça altında olduğu, manyetik alan değerlerinin ise genelde referansa göre çok düşük olduğu, yalnızca trafoların etrafında ve kablo galerisinde çalışanlar için belirlenmiş değerin üzerine çıktığı gözlemlenmiştir.(12)

Araştırmalar gösteriyor ki trafoların, elektrik panolarının, yüksek gerilim teçhizatlarının ve benzeri ekipmanların etrafında çalışan kişilerin maruz kaldığı manyetik alan seviyesi yüzlerce mikrotlesla düzeyindedir. Bu çalışmaları yapan kişilerin ofis çalışmaları sırasında maruz kaldığı manyetik alan seviyesi ise yalnızca evlerinde maruz kaldığı düzeylerde olup 0,05 ile 0,4  $\mu$ T civarındadır.(5)

Yamaguchi-Sekino ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kaynak işinde çalışan işçilerin el bileklerine yerleştirilen alıcı ve manyetik alan dozimetresi ile yapılan ölçümlerde günlük ortalama 1500  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. (13)

Epidemiyolojik araştırmalar, tahmini olarak günlük ortalama 0,3 ile 0,4 $\mu$ T manyetik alana maruz kalan çocuklarda lösemi riskinin arttığını gösterse de, laboratuvar çalışmalarında bunu destekleyecek bir kanıt rastlanmamıştır.(14) Ancak, çok düşük frekanslı manyetik

alanlar, Dünya Sağlık Örgütü'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu'na göre 2002 yılında Grup 2B olarak adlandırılan insanlar için muhtemelen kanserojenik kategorisine dahil edilmiştir.(15)

Goodman ve arkadaşlarına göre, yapay elektromanyetik alanlarla ilişkilendirilen hücresel oranlardaki basit değişiklikler, üreme hastalıkları, kanser, hücre ölümü, dejeneratif sinirsel hastalıklar ve kalıtsal mutasyonlar gibi sağlık sorunlarının raporlanmasında artış gözlemlendiği görülmüştür. 1979-2009 yılları arasında gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalar farklı frekansların ve farklı kanser türlerinin insan yapımı elektromanyetik alanlara maruz kalınması arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. (7)

Düşük frekans elektromanyetik alanın, farelerin bağışıklık sistemi üzerine etkisini incelemek yapılan çalışmada ise, fareler 3 ay boyunca günde 2 saat 50 Hz 100 $\mu$ T şiddetinde manyetik alana maruz bırakılmıştır. Çalışmanın sonucunda farelerde uzun süreli maruziyetin farelerin dalak ve timüs kütlelerinde bir artış yaratmadığı gözlemlenmiştir. (16)

Dell'Omo ve arkadaşlarının manyetik alanın kuşlar üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmaya göre, kuşların büyümesinde, melatonin seviyelerinde, lökosit sayılarında ve yavrulama başarılarında 50 Hz'lik manyetik alanın olumlu veya olumsuz bir etki göstermediği tespit edilmiş olmakla beraber, sonuçların yaygınlığının tespiti için farklı alanlarda ve farklı kuşlarla çalışma yapılması gerektiği belirtilmiştir. (8)



## 1.2 Tezin Amacı

Düşük frekanslı manyetik alan maruziyetinin canlılara etkileri üzerine tartışmalar süregelirken, enerji iletim tesislerinde görev alan çalışanların görevlerini yaptıkları sırada hangi düzeyde bir manyetik alana maruz kaldıkları ve bu konuda hazırlanan ulusal ve uluslararası düzenlemelere göre tespit edilen ölçüm değerlerinin kıyaslanması amaçlanmıştır.



## BÖLÜM 2

### TEMEL TEKNİK KAVRAMLAR VE TRAFOLAR

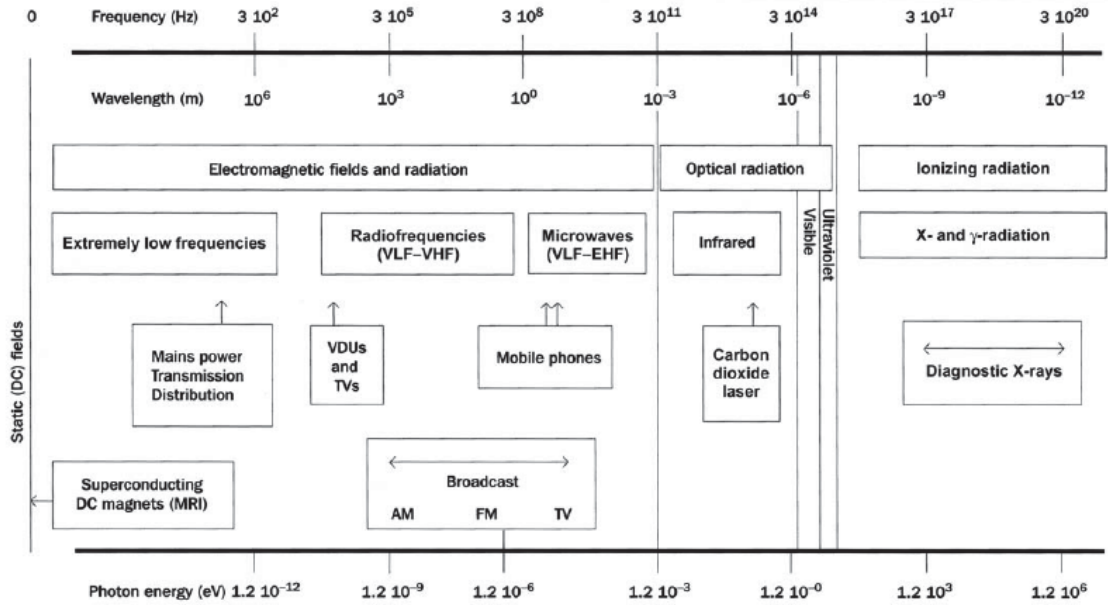
Bu bölümde, tez içerisinde geçecek bazı teknik kavramlar yer verilecek, ardından trafo merkezleri ve ekipmanları genel hatları ile açıklanacaktır.

#### 2.1 Elektromanyetik Alan

Bütün canlı organizmalar milyonlarca yıldır yeryüzünün elektrik ve manyetik alanlarının belirlediği doğal bir elektromanyetik alanda yaşarlar. Yeryüzünün yüzeyinde ortalama 130 V/m şiddette sabit polaritede ve atmosferden dünyaya dikey yönde doğal bir karasal elektrik alan, yatay ve düşey bileşenden oluşan sabit polaritede şiddeti ortalama 0,5 G değerinde (güneş aktivitesinden kaynaklanan manyetik fırtınalardan dolayı  $\pm 0.1$  G düzeyinde değişiklikler meydana gelebilmektedir) karasal manyetik alan, sebebi evrensel genişleme olarak düşünülen çok düşük bir yoğunluğa sahip kozmik mikrodalga radyasyon, güneşten ve yıldızlardan gelen kızılötesi, görünür ve ultraviyole ışınım ile dünya üzerindeki radyoaktif ve kozmik kökenli madenlerin (uranyum, radyum, stronsiyum vb.) doğal gama radyasyonunu dünya üzerindeki doğal elektromanyetik alanları oluşturur.(7)

Elektromanyetik alan elektrik alan ve manyetik alanın birleştirilmiş halidir. Zamana bağlı olarak değişen manyetik alan bir elektrik alan oluşturduğu gibi, zamana bağlı olarak değişen elektrik alan ise manyetik alanı oluşturur. (17)

Geçtiğimiz yüzyıl boyunca insan yapımı elektromanyetik alanların sürekli arttığı görülmektedir. Bu yapay elektromanyetik alanlar kutuplaştırılmış, değişen, modüle edilmiş ve elektrik elektronik devreleri tarafından kesintisiz bir şekilde üretilmiş olduğundan dolayı doğal elektromanyetik alandan oldukça farklıdır. Bu yapay elektromanyetik alanlar doğal elektromanyetik alanlarla birleşerek elektromanyetik kirliliği oluşturur.(7)



Şekil 1 Elektromanyetik Spektrum (15)

### **2.1.1 Yük ve Alan Kavramı**

Bir fiziksel kabullenme olarak yükü taşıyan parçacıklar elektron ile protondur. Bir cisim yüklü ise, üzerindeki yük taşıyıcıların miktarlarının dengesiz olduğunu göstermektedir. şöyle ki, bir cismin eksi yüklü olması demek taşıdığı elektronların sayısının protonlardan fazla olduğu anlamına gelirken, başka bir cismin ise artı yüklü olması, bunun tam tersi olarak taşıdığı protonların daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Aynı işaretli yükler birbirlerini iterken, farklı işaretli yükler birbirini çekmektedir. (17)

Alan, yüklerin birbirlerine olan etkilerini ve bu etkinin yönünü ortaya koymak için oluşturulmuş bir kavramdır. Alan yüklerin karakteri ve yükten uzaklığa bağlı olarak değişmektedir. Alanın etkisi, yüklü parçacıklardan olan uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalmaktadır.(17)

### **2.1.2 Elektrik Alan**

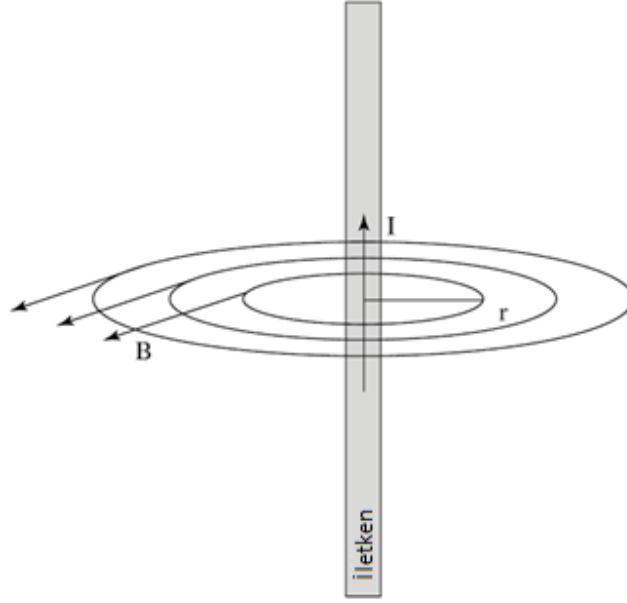
Bir gözlemciye göre duran yüklerin oluşturduğu bir alandır. Elektrik alan, bir elektrik yükünün başka bir elektrik yükü üzerinde oluşturduğu itme veya çekme kuvveti etkisini ifade eder. Elektrik alanın yönü vardır, E vektörü ile gösterilir. şiddeti birimi volt/metre olarak ifade edilmekte olup, şiddet kaynaktan uzaklaştığa azalmaktadır. (17-18)

### **2.1.3 Manyetik Alan**

Manyetik alan, elektrik yüklerinin yer değiştirmesiyle oluşmaktadır. Bir gözlemciye göre düzgün doğrusal hareket eden yüklerin oluşturduğu bir alandır. Akım geçiren her şey

manyetik alan oluşturur. Manyetik alan vektörelidir ve B ile ifade edilir. Manyetik alan vektörünün yönü yüklerin hareket yönüne diktir. Ölçü birimi olarak Gauss ve Tesla kullanılmakta olup, yine elektrik alandaki gibi şiddet kaynaktan uzaklaştıkça azalmaktadır. Manyetik alan çizgileri kendi üzerine kapanan eğriler oluşturmaktadır. (17-18)

Bazı kaynaklarda halen Tesla (T) yerine eski birim Gauss (G) kullanılmaktadır. Bu ikisi arasındaki ilişki  $10\text{mG} = 1 \mu\text{T}$  olarak ifade edilir. (19)



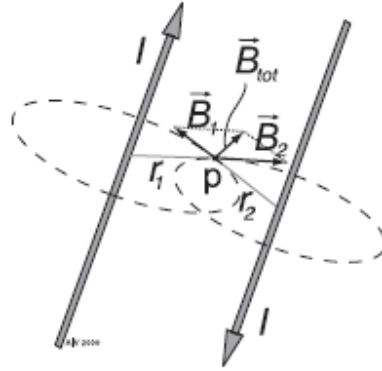
Şekil 2 Bir İletkenin Oluşturduğu Manyetik Alan (20)

Bir iletkenin I şiddetinde akım geçtiği varsayılırsa, r yarıçap mesafedeki bir noktada B ile ifade edilen manyetik alan değeri formül 2.1'deki gibi formülize edilir;

$$B = \frac{0.2 [I]}{[r]} \mu T \quad (2.1)$$

Bilimsel otoritelerce kabul edilmiş olan sağ el kuralı ile manyetik alan vektörünün yönü tespit edilebilir. Akım geçen iletkeni sağ el ile kavrayarak sağ el baş parmağı akım yönünde tutulduğunda, içinden akım geçen cismi saran diğer parmaklar manyetik alan yönünü belirtmektedir.(17-19)

Manyetik alanlar vektörel alanlardır. Bu nedenle alanların büyüklüğünü ve yönünü dikkate almadan bir manyetik alanı başka bir kaynaktan doğan manyetik alana eklemek mümkün değildir. Şekil 2'deki gibi iki iletken kaynaklı manyetik alanların kesişim noktalarında yön ve büyüklük göz önünde bulundurularak bileşke manyetik alan hesaplanabilir. (19)



Şekil 3 İki İletkenin Oluşturduğu Manyetik Alan (19)

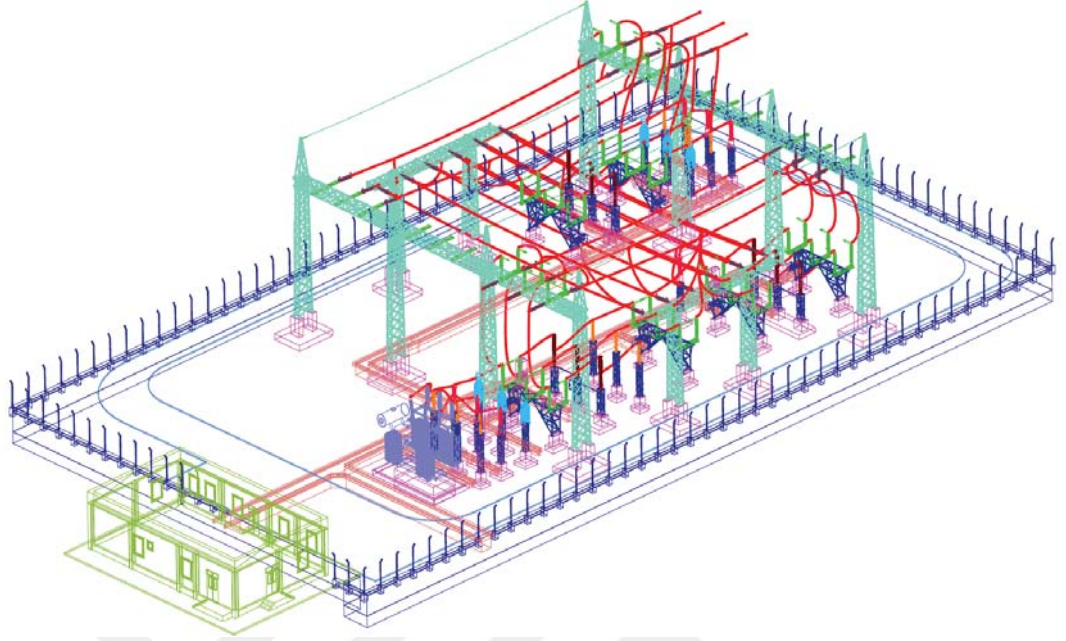
Birbirine paralel iki iletkenin her hangi bir noktada bileşke manyetik alan hesaplaması formül 2.2'deki gibi formülize edilir;

$$B = \frac{0.2 [I][d]}{[r^2]} \mu T \quad (2.2)$$

Formül 2.2’de “I” amper cinsinden akımı, “d” iki iletken arasındaki metre cinsinden mesafeyi, r ise orta noktadan manyetik alanın ölçüldüğü noktaya olan metre cinsinden mesafeyi ifade etmektedir. Bu formül gösteriyor ki; eğer akım taşıyan iletkenlerden kaynaklı manyetik alan maruziyeti azaltılmak istenirse, iletkenlerin birbirlerine olan mesafe azaltılabilir veya manyetik alan maruziyetinin azaltılması istenen noktadan daha uzağa gidilerek iletkenler ile olan mesafe artırılabilir. Bu denkleme göre mesafe iki katına yani  $2r$ ’ye çıkarıldığında manyetik alan  $\frac{1}{4}$  oranına düşecektir.(19)

## **2.2 Trafo Merkezi**

Trafo merkezi, bir veya daha çok sayıda yüksek gerilim hattından enerji alarak, orta ve alçak gerilim şeklinde abonelere dağıtan cihazların tesis edildiği yere denir. Trafo merkezleri, elektrik enerjisini üreten kaynaklar ile tüketici arasındaki güç iletim zincirinin kritik bir parçasıdır. Trafo merkezleri, hava yalıtımlı açık şalt sahalı trafo merkezleri (AIS) ve kapalı, mahfazalı yapıya sahip gaz izoleli sistem (GIS) olarak iki kategoride sınıflandırılabilir. (21)



Şekil 4 Açık Şalt Sahalı Trafo Merkezi Modellemesi

AIS (Air Insulated Substation) hava yalıtımlı açık şalt sahalı trafo merkezleri yer sınırlamasının olmadığı bölgelerde kurulmaktadır. Gaz izoleli sisteme (GIS) göre maliyeti düşüktür. Bu tipteki trafo merkezleri çevre ve hava etkilerine doğrudan maruz kalmakta olup, sistem elemanları açık alanda olduğu için gerilim altında çalışma yapmak tehlikelidir. (21)

Üretilen elektrik enerjisi kullanıcıya ulaşana kadar farklı işlemlerden geçer. Santral çıkışında gerilimi yükseltileen elektrik enerjisi yüksek gerilim olarak iletilirken, şehir ve kasabaların girişinde düşürülerek orta gerilim seviyesine çekilir. Daha sonra orta gerilim trafoları ile alçak gerilime çevrilerek kullanıcıya sunulur. Bu işlemler için farklı büyüklükte ve özellikle trafolar ve yardımcı elemanlar kullanılmaktadır. (21)



## 2.3 Trafo Merkezi Ekipmanları

### 2.3.1 Güç Trafosu

Transformatörler elektrik enerjisinin frekansında değişiklik yapmadan, ihtiyaca göre gerilim ve akım değerlerini değiştiren makinalardır. Kullanım yerlerine göre tek fazlı veya üç fazlı olarak üretilebildiği gibi, özel durumlar için daha farklı tiplerde de üretilebilmektedir.(22) Türkiye’de iletim 380kV seviyesinde yapılarak 380/154 kV indirici trafo merkezlerinde 150-250 MVA gücündeki trafolar ile 154kV seviyesine düşürülür ve iletim şehir girişlerine kadar bu seviyede devam eder. YG/OG indirici merkezlerdeki 25-50-100 MVA gücündeki 154/34,5 kV veya 154/10,5 kV trafolar ile gerilim OG seviyesine düşürülür. (21)



Şekil 5 Güç Trafosu

### 2.3.2 Ayırıcılar

Yüksek ve orta gerilim sistemlerinde sistemin en önemli parçalarından biri olan ayırıcılar sistemin gerilimden izole edilmesi ve korunması için kullanılmaktadır. Ayırıcılar kesicilerin öncesinde ve sonrasında bulunur. Ayırıcıların akım kesme özelliği yoktur. Açma ve kapama işlemini sistem yüksüz iken yaparlar. Sistem enerjisizlendirileceğinde kesici açıldıktan sonra ayırıcı açılır. Sistem enerjilendirilirken ise önce ayırıcılar kapatılır, ardından kesici kapatılarak sistem enerjilendirilir. İşlem fiziki olarak yapıldığından açma kapama işlemi gözle görülür. Hattı topraklamak için de kullanılır. Kullanım yerine göre hat ayırıcısı, bara ayırıcısı, toprak ayırıcısı, by-pass ayırıcısı, transfer ayırıcısı ve bara bölümleyici ayırıcısı olarak 6 kategoride sınıflandırılabilir. Kumanda şekline göre ise, ıstanka ile kumanda edilen, mekaniki kumanda edilen, elektriki kumanda edilen ve havalı kumanda edilen olmak üzere 4 grupta sınıflandırılabilir. Yüksek gerilim trafo merkezlerinde, hareketli kontaklara bağlı kendi eksenini etrafında istenilen açılara dönebilen döner izolatörlü ayırıcılar tercih edilir. Burada kontaklar elektrik motoru veya basınçlı hava ile kumanda edilir. (21-22)



Şekil 6 Ayırıcı

### 2.3.3 Kesiciler

Yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan teçhizatlardır. Yüksek ve orta gerilim sistemlerinde yük altında süratli ve emniyetli şekilde açma ve kapama yapar. Kesiciler oluşan arkın söndürüldüğü ortama göre havalı, yağlı, gazlı ve vakumlu tipte imal edilir. Üç faz kumandalı veya tek faz kumandalı olabilir. Üç faz kumandada kesicinin her üç kutubu aynı anda açılır ve kapanır. Tek faz kumandalı kesicilerde her faz için ayrı açma ve kapama kumandası vardır. Orta gerilim ve yüksek gerilim trafo merkezlerinde, enerji kesme ve vermede oluşan arkın hızlı kesilmesi ve yangın tehlikesi oluşturmayan gazlı kesiciler tercih edilir. Kesici kapalı durumdayken güç akışını sürdürür, açık durumdayken güç akışını engeller. (21-22)



Şekil 7 Kesici

### 2.3.4 Akım Trafosu

Yüksek değeri akımların ölçülmesi için, devreye seri bağlanarak primer akımını belirli bir oranda düşüren, yüksek gerilim devresinden izole ederek koruma ve ölçü devrelerine veren ölçü trafosudur. Rölelerin ve ölçü aletlerinin yüksek gerilim sisteminden yalıtımını da sağlamaktadır. (21)



Şekil 8 Akım Trafosu

### 2.3.5 Gerilim Trafosu

Yüksek değeri gerilimlerin ölçülmesi için, devreye paralel bağlanarak yüksek gerilimi belirli bir oranda düşüren, yüksek gerilim devresinden izole ederek koruma ve ölçme

devrelerine veren ölçü trafosudur. Rôle ve ölçü aletlerinin düşük gerilimlerde çalışmasını sağlarlar. (21)



Şekil 9 Gerilim Trafosu

### 2.3.6 Açık Tip Orta Gerilim Hücreler

2000’li yılların öncesinde proje ve tesisi yapılan trafo merkezlerinde, 36kV orta gerilim dağıtım sisteminde açık tip orta gerilim hücreler bulunmaktadır. Dağıtım hücrelerinin içerisinde kesici, ayırıcı, akım trafosu, gerilim trafosu, toprak bıçağı, baralar ve izolatörler bulunmaktadır. Hücrelerin etrafı tel kafes veya metal kapaklar ile çevrenmiştir. Ön kısımda enerji kesme verme işleminin yapılabilmesi için kesici kontrol paneli, kilit butonları ve manevra kolları yer almaktadır.



Şekil 10 Açık Tip Orta Gerilim Hücreler

### 2.3.7 Metal Muhafazalı Modüler Hücreler

36 kV orta gerilim dağıtım sisteminde kullanılan koruma ve kumanda sistemi olup, tesis ve personel güvenliğini en yüksek seviyede sağladığı, kısa sürede devreye alındığı, az yer kapladığı ve SCADA sistemlerine uygunluğu sebebiyle tercih edilmektedir.(22-23) Bara bölümü, kesici bölümü, alçak gerilim bölümü ile kablo ve ölçü bölümü olmak üzere dört kısımdan oluşur.(22)



Şekil 11 Metal Muhafazalı Moldüler Hücreler

### 2.3.8 Kumanda Panosu

Kumanda odası içerisinde yer alan, üzerinde kesici ve ayırıcıların uzaktan açılıp kapatılması için kumanda butonları, anahtarlar, manevra şeması, ölçü aletleri, arıza ve uyarı sinyal sistemi bulunan panodur.



Şekil 12 Kumanda Panosu

## 2.4 Ki-Kare Analizi ve P Değeri

1900'lü yıllarda Karl Pearson tarafından hipotezlerin testi için geliştirilen ki-kare ( $\chi^2$ ) tekniği, gerçek bir dağılım ile teorik bir dağılım arasındaki bağımsızlığı veya uyum iyiliğini test etmeye yaramaktadır. Ki-kare ( $\chi^2$ ) testinde evrenden rastgele seçilen örnekleme ait gerçek frekanslarla beklenen frekanslar arasındaki ilişkinin bağımsızlığı, önemi veya uyum iyiliği araştırılır. Ki-kare ( $\chi^2$ ) testi ile aynı gruptaki iki değişken veya özelliğin birbirinden bağımsız olup olmadığı, olaydaki ilişki sonuçlarının rastgele nedenlerden ileri gerip gelmediği araştırılabilir. (24)

P değeri, yani olasılık değeri, istatistiksel bir anlamlılığın varlığının ve bu varlığın düzeyinin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir değerdir. İstatistiksel testlerin sonucunda kullanılan test istatistiğine ait bir P değeri hesaplanır. Hesaplanan P değeri “ $0,01 \leq p < 0,05$ ” aralığında ise istatistiksel anlamlılık olduğu, “ $0,001 \leq p < 0,01$ ” aralığında ise yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık olduğu, “ $p < 0,001$ ” düzeyinde ise çok yüksek istatistiksel anlamlılık olduğu, “ $0,05 \leq p < 0,10$ ” aralığında ise sınırda anlamlılık ve “ $p > 0,10$ ” düzeyinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamış, fark tesadüfen ileri gelmiştir şeklinde yorumlanmaktadır. (25)



## BÖLÜM 3

### ULUSAL VE ULUSLARARASI YASAL MEVZUAT

Türkiye’de ve diğer ülkelerde manyetik alan maruziyeti için kanun ve yönetmeliklerce sınır değerler konulmuştur. Genel olarak Avrupa ülkelerinde konulan sınır değerlerin temelini Avrupa Birliği Komisyonlarının tavsiye kararları oluşturmaktadır. Genellikle bu sınır değerler çalışanlar ve halk maruziyeti için ayrı ayrı belirlenmiştir.

12 Temmuz 1999 tarihli, 1999/519/EC sayılı, “0 Hz 300 GHz aralığında Halkın Elektromanyetik Alanlara Maruziyet Limiti” isimli Avrupa Birliği Konsey Tavsiye Kararına göre; Tablo 1’de görüldüğü gibi, 0,025 – 0,8 kHz frekans aralığı için manyetik akı yoğunluğu limiti  $5/f$  frekans değeri olarak belirlenmiş olup, 50Hz’lik elektrik sistemi için bu değer  $100 \mu\text{T}$  olarak hesaplanmaktadır.(26)

Tablo 1 0 Hz 300 GHz Aralığında Halkın Elektromanyetik Alanlara Maruziyet Limiti

Frekans Aralığı	Elektrik Alan (V/m)	Manyetik Alan (A/m)	Manyetik Akı ( $\mu\text{T}$ )	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu $S_{\text{ort}}$ ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 f^2$	$4 \times 10^4 f^2$	—
8-25 Hz	10 000	$4 000/f$	$5 000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Avrupa Birliği Konseyi 1999/519/EC sayılı Tavsiyesinin Referans Değerleriyle İlgili Üye Devletlerde Uygulanan Tedbirlere Genel Bakış konulu İkinci Uygulama Raporuna göre, üye ülkelerin manyetik alan maruziyeti limitleri incelenmiş olup, tavsiye edilen değere göre konulan kuralların daha katı mı yoksa daha hafif mi olduğunu değerlendiren bir tablo oluşturulmuştur. (27)

Tablo 2 Konsey Tavsiyesinin Referans Değerleriyle İlgili Üye Devletlerde Uygulanan Tedbirlere Genel Bakış

Ülke	Tavsiye Edilen Değerden Daha Katı Uygulayanlar	Tavsiye Edilen Değer İle Aynı Uygulayanlar	Tavsiye Edilen Değerden Daha Hafif Uygulayanlar
Avusturya		X	
Belçika	X*		
Bulgaristan	X		
İsviçre	X		
Çek Cumhuriyeti		X	
Kıbrıs		X	
Almanya		X	
Danimarka			X
Estonya		X	
İspanya		X	
Finlandiya		X	
Fransa		X	
Yunanistan	X*		
Macaristan		X	
İrlanda		X	
İtalya	X		
Litvanya	X		
Lüksemburg	X		
Letonya		X	
Malta		X	
Hollanda	X*		
Polonya	X		
Portekiz		X	
Romanya		X	
İsveç		X	
Slovenya	X		
Slovakya		X	
Birleşik Krallık		X	
X* : Tüm frekans aralıkları için değil			

Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP) 2010 yılında yayınladığı “Zamanla Değişen Elektrik ve Manyetik Alana Maruz Kalmayı Sınırlandırmak İçin ICNIRP Kuralları” makalesi ile 50Hz frekansta mesleki maruziyet için referans değeri 1000 $\mu$ T, genel halk maruziyeti için ise 200 $\mu$ T olarak belirlemiştir.(28) Bu gösteriyor ki halk için çalışanlara göre 5 kat daha fazla korunaklı limit değeri belirlenmiştir.

Avrupa Birliği Resmi Gazetesi’nde 29.06.2013 tarihinde yayımlanan 2013/35/EU sayılı Avrupa Parlamentosu Konsey Direktifine göre frekans aralıklarına göre farklı farklı eylem değerleri tanımlanmıştır. 50Hz’de duyuşsal etki için maruz kalma eylem değeri 1000 $\mu$ T iken sağılık etkileri için maruz kalma eylem değeri ise  $3,0 \times 10^5 / \text{frekans}$  şeklinde tanımlanarak 6000 $\mu$ T olarak belirlenmiştir.(29)

Tablo 3 1 Hz - 10 MHz Aralığında Manyetik Alan Maruziyet Eylem Değerleri

Frekans Aralığı	Manyetik Akı Yoğunluğu Düşük Eylem Değeri (B) $\mu$ T(RMS)	Manyetik Akı Yoğunluğu Yüksek Eylem Değeri (B) $\mu$ T(RMS)	Uzuvların Lokalize Manyetik Alana Maruz Kalması Manyetik Akı Yoğunluğu Eylem Değeri ( $\mu$ T)
$1 \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^5 / f^2$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$8 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \times 10^4 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$25 \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5 / f$	$3,0 \times 10^5 / f$	$9,0 \times 10^5 / f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 24.07.2010 tarihinde resmi gazetede yayımlanan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre

ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik” gereğince 50 Hz’de manyetik akı yoğunluğu için limit değer 200µT olarak belirlenmiş olmakla birlikte işyerinde çalışanların iş ortamında maruz kaldıkları elektromanyetik alanlar bu yönetmeliğin kapsamı dışında bırakılmıştır.(30)

Tablo 4 0 Hz -300 GHz Frekans Bantlarındaki Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlar İçin Limit Değerler

Frekans Aralığı f(Hz)	Elektrik Alan Şiddeti E(V/m)	Manyetik Alan Şiddeti H (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu B (µT)	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu Seq (W/m <sup>2</sup> )
1Hz’e kadar	-	32 000	40 000	-
1 Hz-8 Hz	10 000	32 000/f <sup>2</sup>	40 000/ f <sup>2</sup>	-
8 Hz-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	-
0.025 kHz-0.8 kHz	750/f	8/f	10/f	-
0.8 kHz-3 kHz	250/f	5	6.25	-
3kHz-150kHz	87	5	6.25	-
0.15 MHz - 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 MHz -10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	-
10 MHz - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 MHz - 2000 MHz	1,375 f <sup>1/2</sup>	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2 GHz -300 GHz	61	0,16	0,20	10

Elektromanyetik alanları ölçmek, sonuçların ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğunun sağlık etkileri açısından değerlendirilmesini yapmak üzere 22 Temmuz 2005 tarihli resmi gazetede yayımlanan karar ile Gazi Üniversitesi Noniyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK) kurulmuştur. (31)

## BÖLÜM 4

### TRAFO MERKEZLERİNDE MANYETİK ALAN ÖLÇÜMÜ

Trafo merkezi işletme teknisyenlerinin yaptığı işleri 6 temel kategoride sınıflandırabiliriz. Bunlar işletme kontrolleri, bakım öncesi ve sonrası kontroller, enerji kesme verme işleri (işletme manevraları), sistem durumu verilerinin işlenmesi, arıza sonrası işlemler ve akü bakımlarıdır. İşletme teknisyenleri vardiya esnasında çoğunlukla kumanda odasında bulunan kontrol panolarından sisteme ait değerleri kontrol etmekte ve yük tevzi bilgi sistemine değerleri kaydetmektedirler. Bunun dışında günlük kontroller, planlı bakım ve arıza durumlarına göre kapalı şalt ve açık şalt sahasına girerek buralarda da görevlerini yerine getirmektedirler. Bu esnada çalışanlar sistemin yapısı, işin niteliği, işin süresi ve değişen yük durumuna da bağlı olarak farklı seviyelerde manyetik alana maruz kalmaktadır.

Ölçümler için düşük frekansta ölçüm yapan Tenmars TM-192D Üç Eksenli Manyetik Alan Ölçer cihazı kullanılmıştır. Ölçü aleti  $\pm$  %2,5 doğruluğa sahip olup, saniyede 2,5 defa örneklem yapmakta ve her iki saniyede bir üç ekseninde yaptığı örneklemelerin karekök ortalamasını ekrana yansıtmaktadır.

Her bir trafo merkezinde 08:00-16:00 vardiyası esnasında işletme teknisyeni ile birlikte sahaya çıkarak saha turu yapılmış, manevra ve günlük işletme kontrolleri sırasında farklı görevler için bulunulan noktalarda, 20 saniye boyunca ölçüm değerleri alınmıştır. Ölçümler yerden 1,5 metre yükseklik seviyesinde ve sistem teçhizatına göre işletme teknisyeninin konumlandığı noktalarda, yönetmeliklerce belirlenen yaklaşma mesafeleri de göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

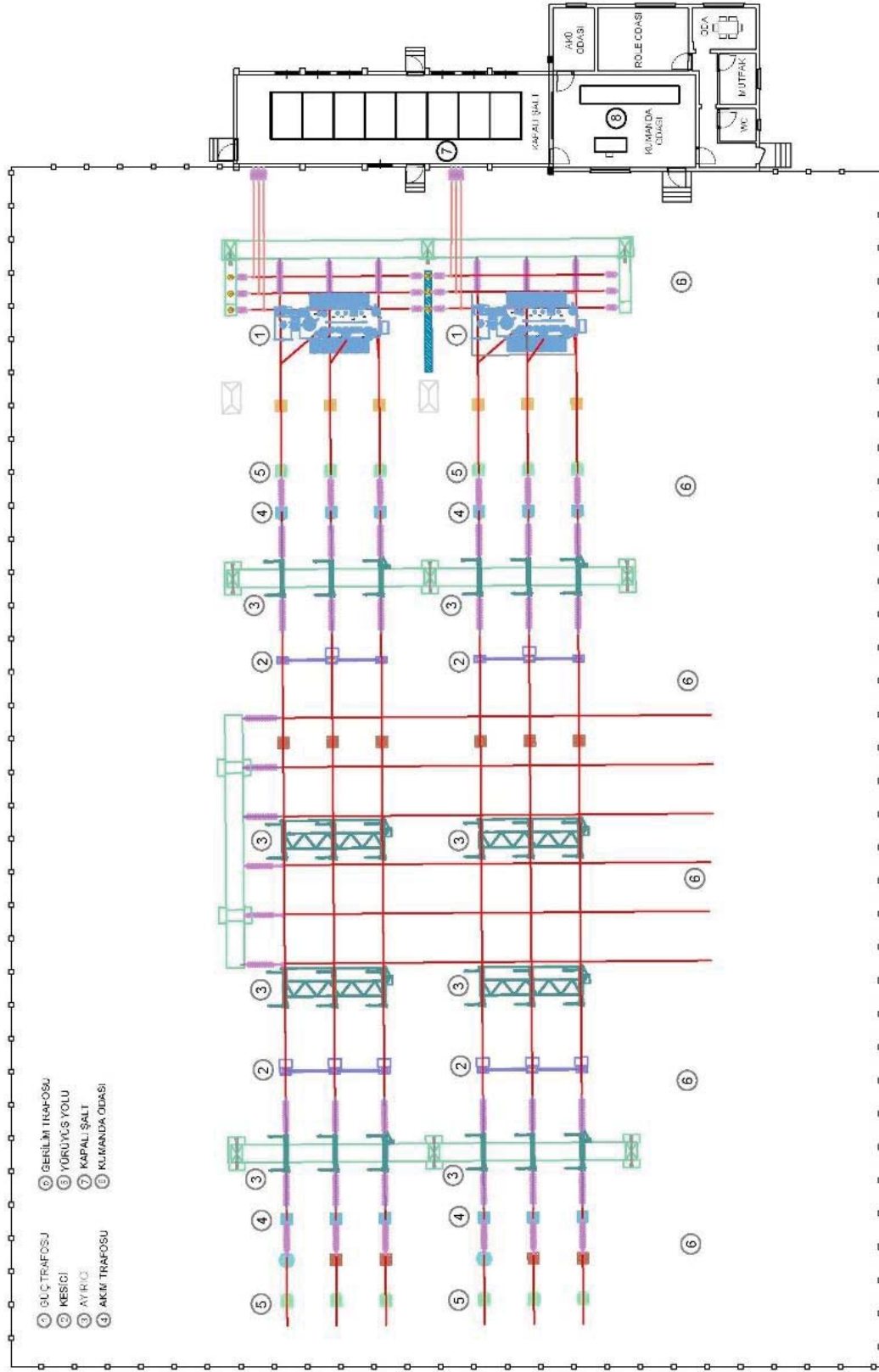
Ölçüm yapılan 154kV / 34,5 kV trafo merkezlerini fiziki yapısına göre eski tip ve yeni tip olmak üzere 2 ana kategoride sınıflandırabiliriz. Yüksek gerilim olan açık şalt kısmı her iki tipte de aynı yapıda olup, orta gerilim kısmı olan kapalı şalt ve kumanda binası farklılık göstermektedir. Eski tip trafo merkezleri tek kat üzerinde kurulu olup, kapalı şalt bölümü kumanda binasının yan tarafında yer almaktadır. Burada dağıtım hücreleri demir kafeslerle ayrılmış olup, açık şaltta güç trafosunda düşürülen enerji tavanda yer alan baralar ile açıktan geçerek hücrelere ulaşmaktadır. Yeni tip trafo merkezlerinde ise kumanda binası 3 katlı bina yapısındadır. Üst kat kumanda bölümü, giriş kat kapalı şalt bölümü ve bodrum kat ise enerji kablolarının geçiş bölümüdür. Kapalı şaltta dağıtım hücreleri metal clad tipinde olup dışarıdan fiziki müdahalenin mümkün olmadığı tamamen kapalı bir kutu şeklindedir.



Şekil 13 Yeni ve Eski Tip Dağıtım Hücreleri

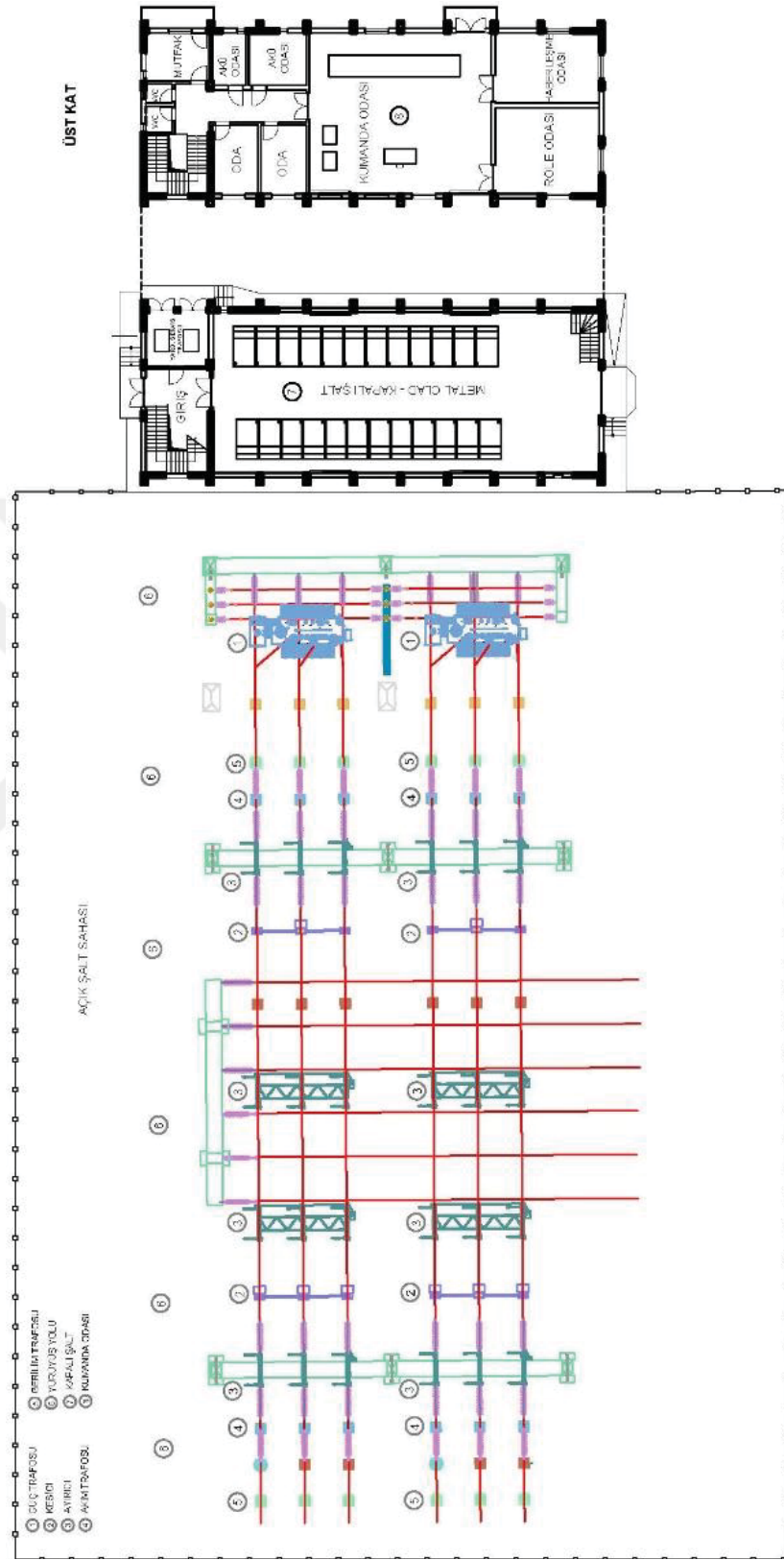
Eski ve yeni tip trafo merkezlerinde sistem elemanları ve yerleşim planları aşağıdaki krokilerde numaralandırılarak işaretlenmiştir. Trafo merkezlerinin projeleri ve planları kurulacağı arazinin şartları ve ihtiyaç duyulan kapasiteye göre ufak değişiklikler gösterse de, tasarımları ve yerleşimleri bakımından çok büyük ölçüde birbirleriyle aynıdır.

Manyetik alan ölçümleri trafo merkezlerinde 8 ana noktada yoğunlaştırılmış; Bunlar kumanda odası, kapalı şalt hücre önleri ve açık şaltta ise güç trafosu etrafı, kesici etrafı, ayırıcı etrafı, akım trafosu etrafı, gerilim trafosu etrafı ile yürüyüş yollarıdır. Bu 8 nokta belirlenirken trafo merkezi işletme teknisyenlerinin yaptığı görevler göz önünde bulundurulmuş ve işin yürütümü sırasında en çok zamanını geçirdiği yerler incelenmiştir. Trafo merkezi işletme teknisyenlerinin rutin olarak gerçekleştirdiği görevler ekte yer almaktadır. (32)



Şekil 14 Eski Tip Trafo Merkezi Yerleşim Planı





Şekil 15 Yeni Tip Trafo Merkezi Yerleşim Planı

Ölçüm sonuçları değerlendirilirken trafo merkezlerinin Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde konumlanması, sistemin yapısı, bölgenin kurulu gücü ve ölçüm esnasında çekilen yükün farklı olması göz önünde bulundurulmuş, bu nedenle aşağıdaki bölümlerde verilen ölçüm sonuçlarını içeren tablolarda, trafo merkezinin anlık yüküne bağlı olarak değişiklik gösteren güç trafolarının akım değerleri de yazılmıştır.

Ölçüm sonuçlarını içeren tablolarda, her bir trafo merkezinde ilgili ekipmanların önünde 20 saniye boyunca yapılan ölçümlerin aritmetik ortalama değerleri, bu süre içerisinde görülen en yüksek değerler ve en düşük değerler verilmiştir.

#### **4.1 Güç Trafosu Etrafı Ölçümleri**

Trafo merkezlerinde güç trafosu etrafında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 30,41  $\mu$ T, en düşük manyetik alan değeri 0,680  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için güç trafosu etrafında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 3,515  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir.

Tablo 5 Güç Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu$ T)	En Düşük ( $\mu$ T)	Ortalama ( $\mu$ T)
Eski Tip 1	186	3,278	2,513	2,829
Eski Tip 2	496	5,962	0,783	2,269
Eski Tip 3	320	3,617	0,663	1,634
Eski Tip 4	329	3,899	1,025	2,139
Eski Tip 5	630	4,094	1,122	2,023
Eski Tip 6	310	3,592	1,427	2,167
Eski Tip 7	800	21,18	9,404	16,65
Eski Tip 8	580	10,19	4,482	7,352
Eski Tip 9	420	4,909	1,060	3,124
Eski Tip 10	25	0,533	0,106	0,277
Eski Tip 11	700	4,477	1,636	3,364
Eski Tip 12	475	7,231	1,408	3,482
Eski Tip 13	630	3,917	0,914	2,170
Eski Tip 14	160	1,114	0,598	0,829
Eski Tip 15	220	1,198	0,068	0,463
Eski Tip 16	200	4,051	2,412	3,159
Eski Tip 17	30	0,552	0,112	0,264
Eski Tip 18	481	3,639	0,468	1,587
Eski Tip 19	160	2,336	0,277	0,895
Yeni Tip 1	120	0,910	0,213	0,525
Yeni Tip 2	168	8,326	0,877	3,292
Yeni Tip 3	170	4,338	2,008	3,108
Yeni Tip 4	355	7,839	2,104	4,418
Yeni Tip 5	290	30,41	1,316	9,401
Yeni Tip 6	650	10,52	3,910	7,336
Yeni Tip 7	1000	3,584	2,647	3,061
Yeni Tip 8	1100	10,07	2,225	5,883
Yeni Tip 9	110	4,212	0,551	1,566
Yeni Tip 10	773	10,10	1,178	4,880
Yeni Tip 11	900	11,74	5,021	8,017
Yeni Tip 12	748	2,107	0,272	0,795

#### 4.2. Açık Şalt Kesici Etrafı Ölçümleri

Trafo merkezlerinde açık şalt sahasında kesiciler etrafında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 17,81  $\mu$ T, en düşük manyetik alan değeri 0,243  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün

trafo merkezleri için kesici etrafında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 4,549  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir.

Tablo 6 Açık Şalt Kesici Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu\text{T}$ )	En Düşük ( $\mu\text{T}$ )	Ortalama ( $\mu\text{T}$ )
Eski Tip 1	186	9,376	7,158	8,538
Eski Tip 2	496	17,81	1,942	8,927
Eski Tip 3	320	2,408	0,521	1,331
Eski Tip 4	329	5,035	1,905	3,483
Eski Tip 5	630	39,70	7,264	15,39
Eski Tip 6	310	5,709	2,278	4,253
Eski Tip 7	800	16,43	5,636	10,93
Eski Tip 8	580	11,07	5,257	7,461
Eski Tip 9	420	3,320	2,004	2,533
Eski Tip 10	25	1,620	1,191	1,465
Eski Tip 11	700	3,187	1,123	2,369
Eski Tip 12	475	2,272	1,117	1,854
Eski Tip 13	630	2,210	1,014	1,493
Eski Tip 14	160	1,057	0,243	0,577
Eski Tip 15	220	1,308	0,296	0,720
Eski Tip 16	200	2,123	1,171	1,663
Eski Tip 17	30	16,73	0,273	7,409
Eski Tip 18	481	5,702	1,158	3,517
Eski Tip 19	160	2,205	0,339	1,110
Yeni Tip 1	120	0,669	0,457	0,537
Yeni Tip 2	168	7,947	5,378	6,917
Yeni Tip 3	170	5,072	2,336	3,935
Yeni Tip 4	355	4,563	0,287	2,313
Yeni Tip 5	290	6,690	2,262	4,278
Yeni Tip 6	650	9,653	0,283	3,733
Yeni Tip 7	1000	7,153	1,734	5,309
Yeni Tip 8	1100	16,54	2,463	9,358
Yeni Tip 9	110	6,308	0,544	3,520
Yeni Tip 10	773	5,587	3,314	4,285
Yeni Tip 11	900	18,95	2,077	9,414
Yeni Tip 12	748	3,026	1,750	2,384

#### 4.3. Açık Şalt Ayırıcı Etrafı Ölçümleri

Trafo merkezlerinde açık şalt sahasında ayırıcılar etrafında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 21,48  $\mu\text{T}$ , en

düşük manyetik alan değeri 0,132  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için ayırıcı etrafında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 3,530  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir.

Tablo 7 Açık Şalt Ayırıcı Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu\text{T}$ )	En Düşük ( $\mu\text{T}$ )	Ortalama ( $\mu\text{T}$ )
Eski Tip 1	186	6,592	4,815	5,620
Eski Tip 2	496	5,438	1,896	3,465
Eski Tip 3	320	0,713	0,467	0,556
Eski Tip 4	329	3,134	1,473	2,171
Eski Tip 5	630	7,063	1,197	4,226
Eski Tip 6	310	2,102	1,080	1,533
Eski Tip 7	800	21,48	8,820	16,34
Eski Tip 8	580	9,526	5,181	7,060
Eski Tip 9	420	3,691	1,592	2,475
Eski Tip 10	25	1,061	0,376	0,635
Eski Tip 11	700	3,286	1,055	1,919
Eski Tip 12	475	2,372	1,196	1,566
Eski Tip 13	630	0,983	0,810	0,871
Eski Tip 14	160	8,115	1,299	5,141
Eski Tip 15	220	2,410	0,132	1,479
Eski Tip 16	200	2,545	1,777	2,112
Eski Tip 17	30	9,336	4,140	7,878
Eski Tip 18	481	2,095	0,525	1,088
Eski Tip 19	160	1,087	0,347	0,657
Yeni Tip 1	120	0,538	0,490	0,510
Yeni Tip 2	168	1,911	1,079	1,428
Yeni Tip 3	170	1,333	0,916	1,176
Yeni Tip 4	355	2,599	1,141	1,914
Yeni Tip 5	290	8,519	1,016	4,182
Yeni Tip 6	650	5,600	1,736	2,938
Yeni Tip 7	1000	6,144	3,495	4,459
Yeni Tip 8	1100	11,15	2,418	5,989
Yeni Tip 9	110	1,538	0,346	0,749
Yeni Tip 10	773	3,889	2,263	3,067
Yeni Tip 11	900	14,23	10,01	11,48
Yeni Tip 12	748	6,042	1,877	4,757

#### 4.4. Açık Şalt Akım Trafosu Etrafı Ölçümleri

Trafo merkezlerinde açık şalt sahasında akım trafosu etrafında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 8,408  $\mu$ T, en düşük manyetik alan değeri 0,254  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için akım trafosu etrafında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 2,839  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir.

Tablo 8 Açık Şalt Akım Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu$ T)	En Düşük ( $\mu$ T)	Ortalama ( $\mu$ T)
Eski Tip 1	186	1,869	0,757	1,282
Eski Tip 2	496	3,773	2,687	3,383
Eski Tip 3	320	1,951	0,630	0,974
Eski Tip 4	329	3,012	2,083	2,568
Eski Tip 5	630	6,395	4,739	5,387
Eski Tip 6	310	7,120	3,007	5,462
Eski Tip 7	800	8,660	6,383	7,362
Eski Tip 8	580	5,783	4,689	5,355
Eski Tip 9	420	2,662	2,014	2,321
Eski Tip 10	25	1,696	0,254	1,050
Eski Tip 11	700	1,901	0,999	1,385
Eski Tip 12	475	1,590	1,448	1,508
Eski Tip 13	630	1,169	0,735	0,916
Eski Tip 14	160	1,313	0,666	1,113
Eski Tip 15	220	7,182	1,471	4,221
Eski Tip 16	200	1,438	1,020	1,328
Eski Tip 17	30	1,232	0,715	0,902
Eski Tip 18	481	3,668	2,272	2,920
Eski Tip 19	160	0,473	0,403	0,427
Yeni Tip 1	120	0,472	0,323	0,391
Yeni Tip 2	168	4,505	2,628	3,657
Yeni Tip 3	170	2,001	1,549	1,716
Yeni Tip 4	355	1,769	1,374	1,544
Yeni Tip 5	290	3,462	2,173	3,043
Yeni Tip 6	650	5,835	3,807	4,894
Yeni Tip 7	1000	7,319	4,468	5,824
Yeni Tip 8	1100	5,616	2,970	3,340
Yeni Tip 9	110	0,780	0,352	0,534
Yeni Tip 10	773	3,838	2,628	3,358
Yeni Tip 11	900	4,113	1,313	2,600
Yeni Tip 12	748	8,408	5,817	7,247

#### 4.5. Açık Şalt Gerilim Trafosu Etrafı Ölçümleri

Trafo merkezlerinde açık şalt sahasında gerilim trafosu etrafında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 12,20  $\mu\text{T}$ , en düşük manyetik alan değeri 0,105  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için gerilim trafosu etrafında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 2,018  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir.

Tablo 9 Açık Şalt Gerilim Trafosu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu\text{T}$ )	En Düşük ( $\mu\text{T}$ )	Ortalama ( $\mu\text{T}$ )
Eski Tip 1	186	1,238	0,813	1,140
Eski Tip 2	496	2,452	1,307	2,038
Eski Tip 3	320	1,736	0,998	1,343
Eski Tip 4	329	1,799	1,588	1,684
Eski Tip 5	630	2,671	0,771	1,494
Eski Tip 6	310	0,977	0,812	0,865
Eski Tip 7	800	6,405	5,471	6,048
Eski Tip 8	580	5,467	4,009	4,704
Eski Tip 9	420	2,463	1,245	2,038
Eski Tip 10	25	0,336	0,105	0,197
Eski Tip 11	700	1,179	0,851	1,025
Eski Tip 12	475	2,370	1,476	2,045
Eski Tip 13	630	1,650	1,376	1,573
Eski Tip 14	160	0,304	0,244	0,274
Eski Tip 15	220	0,588	0,220	0,401
Eski Tip 16	200	1,632	0,993	1,112
Eski Tip 17	30	0,961	0,483	0,749
Eski Tip 18	481	3,817	2,116	2,415
Eski Tip 19	160	1,513	1,076	1,295
Yeni Tip 1	120	0,367	0,199	0,274
Yeni Tip 2	168	2,919	2,176	2,305
Yeni Tip 3	170	1,166	0,811	0,898
Yeni Tip 4	355	1,878	1,141	1,347
Yeni Tip 5	290	1,899	1,275	1,444
Yeni Tip 6	650	2,960	1,753	1,977
Yeni Tip 7	1000	5,402	2,194	2,766
Yeni Tip 8	1100	4,895	3,815	4,594
Yeni Tip 9	110	0,948	0,326	0,706
Yeni Tip 10	773	3,519	1,369	2,364
Yeni Tip 11	900	12,20	9,497	10,20
Yeni Tip 12	748	2,002	1,061	1,208

#### 4.6. Yürüme Yolu Ölçümleri

Trafo merkezlerinde işletme teknisyeninin rutin işler sırasında kullandığı yürüme yolunda yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 8,577  $\mu$ T, en düşük manyetik alan değeri 0,039  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için yürüme yolunda ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 0,963  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir.

Tablo 10 Yürüme Yolu Etrafında Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu$ T)	En Düşük ( $\mu$ T)	Ortalama ( $\mu$ T)
Eski Tip 1	186	0,675	0,219	0,343
Eski Tip 2	496	1,062	0,264	0,498
Eski Tip 3	320	0,649	0,112	0,338
Eski Tip 4	329	2,119	0,597	1,265
Eski Tip 5	630	3,799	0,317	1,244
Eski Tip 6	310	2,118	0,725	1,341
Eski Tip 7	800	8,577	2,973	4,836
Eski Tip 8	580	3,391	2,018	2,909
Eski Tip 9	420	0,968	0,559	0,819
Eski Tip 10	25	0,087	0,042	0,070
Eski Tip 11	700	3,545	1,208	2,267
Eski Tip 12	475	1,252	0,799	0,944
Eski Tip 13	630	1,273	0,294	0,703
Eski Tip 14	160	0,199	0,039	0,084
Eski Tip 15	220	0,281	0,060	0,139
Eski Tip 16	200	6,484	2,023	3,654
Eski Tip 17	30	0,242	0,044	0,083
Eski Tip 18	481	0,851	0,063	0,310
Eski Tip 19	160	0,547	0,102	0,326
Yeni Tip 1	120	0,089	0,044	0,065
Yeni Tip 2	168	0,990	0,160	0,260
Yeni Tip 3	170	1,145	0,408	0,723
Yeni Tip 4	355	1,627	0,353	0,868
Yeni Tip 5	290	1,169	0,264	0,495
Yeni Tip 6	650	0,267	0,088	0,173
Yeni Tip 7	1000	2,628	0,279	1,039
Yeni Tip 8	1100	0,809	0,403	0,543
Yeni Tip 9	110	1,236	0,820	1,017
Yeni Tip 10	773	2,146	0,637	1,132
Yeni Tip 11	900	0,743	0,216	0,432
Yeni Tip 12	748	1,436	0,698	0,938



#### 4.7. Kapalı Şalt Ölçümleri

Trafo merkezlerinde kapalı şaltta yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 210,7  $\mu$ T, en düşük manyetik alan değeri 0,04  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için kapalı şaltta ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 8,558  $\mu$ T olarak kaydedilmiştir.

Tablo 11 Kapalı Şalt Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu$ T)	En Düşük ( $\mu$ T)	Ortalama ( $\mu$ T)
Eski Tip 1	186	34,52	0,824	6,311
Eski Tip 2	496	48,84	0,433	14,71
Eski Tip 3	320	22,51	1,291	11,19
Eski Tip 4	329	38,83	0,716	11,65
Eski Tip 5	630	210,7	8,090	74,17
Eski Tip 6	310	19,01	0,779	7,674
Eski Tip 7	800	90,17	2,216	21,72
Eski Tip 8	580	150,7	2,818	35,64
Eski Tip 9	420	64,91	0,983	16,68
Eski Tip 10	25	0,277	0,040	0,095
Eski Tip 11	700	23,03	0,960	8,927
Eski Tip 12	475	14,19	0,948	3,827
Eski Tip 13	630	11,24	0,281	3,642
Eski Tip 14	160	13,99	0,278	3,021
Eski Tip 15	220	6,120	0,086	1,850
Eski Tip 16	200	9,958	1,246	2,739
Eski Tip 17	30	5,938	0,644	2,605
Eski Tip 18	481	20,85	0,917	8,314
Eski Tip 19	160	13,80	0,485	3,685
Yeni Tip 1	120	0,170	0,048	0,087
Yeni Tip 2	168	5,833	0,070	2,126
Yeni Tip 3	170	10,65	1,079	5,215
Yeni Tip 4	355	4,067	0,190	1,457
Yeni Tip 5	290	4,732	0,499	2,478
Yeni Tip 6	650	3,679	0,082	1,760
Yeni Tip 7	1000	8,574	1,584	4,304
Yeni Tip 8	1100	8,588	0,411	2,947
Yeni Tip 9	110	0,440	0,072	0,131
Yeni Tip 10	773	3,558	0,523	1,551
Yeni Tip 11	900	7,970	0,482	3,525
Yeni Tip 12	748	2,158	0,423	1,271

#### 4.8. Kumanda Odası Ölçümleri

Trafo merkezlerinde kumanda odasında yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir. Ölçülen en yüksek manyetik alan değeri 5,267  $\mu\text{T}$ , en düşük manyetik alan değeri 0,034  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir. Ölçüm gerçekleştirilen bütün trafo merkezleri için kumanda odasında ölçülen ortalama manyetik alan değeri ise 0,708  $\mu\text{T}$  olarak kaydedilmiştir.

Tablo 12 Kumanda Odası Manyetik Alan Ölçüm Değerleri

Trafo	Akım (A)	En Yüksek ( $\mu\text{T}$ )	En Düşük ( $\mu\text{T}$ )	Ortalama ( $\mu\text{T}$ )
Eski Tip 1	186	0,349	0,190	0,299
Eski Tip 2	496	0,263	0,154	0,200
Eski Tip 3	320	0,600	0,446	0,527
Eski Tip 4	329	0,770	0,210	0,297
Eski Tip 5	630	1,561	0,528	1,097
Eski Tip 6	310	2,213	0,566	0,998
Eski Tip 7	800	2,563	1,570	2,273
Eski Tip 8	580	1,605	0,171	0,929
Eski Tip 9	420	0,559	0,250	0,352
Eski Tip 10	25	0,172	0,112	0,142
Eski Tip 11	700	3,193	1,989	2,674
Eski Tip 12	475	0,761	0,455	0,543
Eski Tip 13	630	1,645	0,175	0,713
Eski Tip 14	160	0,065	0,034	0,046
Eski Tip 15	220	0,681	0,037	0,093
Eski Tip 16	200	0,493	0,314	0,395
Eski Tip 17	30	0,064	0,042	0,051
Eski Tip 18	481	1,121	0,047	0,265
Eski Tip 19	160	0,357	0,215	0,290
Yeni Tip 1	120	1,870	0,041	0,695
Yeni Tip 2	168	2,113	0,091	0,462
Yeni Tip 3	170	0,455	0,429	0,435
Yeni Tip 4	355	1,546	0,412	0,593
Yeni Tip 5	290	4,110	0,482	0,900
Yeni Tip 6	650	5,267	0,074	0,889
Yeni Tip 7	1000	2,205	0,625	1,233
Yeni Tip 8	1100	2,752	0,548	1,181
Yeni Tip 9	110	0,738	0,647	0,673
Yeni Tip 10	773	2,193	0,843	1,665
Yeni Tip 11	900	0,969	0,430	0,843
Yeni Tip 12	748	0,498	0,088	0,184

Tablo 13’de trafo merkezleri ortalama manyetik alan değerleri verilmiştir. Buna göre; ölüm yapılan trafo merkezlerindeki 8 ölüm noktasının ortalaması alındığında, en yüksek manyetik alan maruziyeti 8,558  $\mu$ T ile kapalı şaltta dağıtım huceleri önlerinde ollmüştur. En duşuk maruziyet noktası ise 0,708  $\mu$ T ile kumanda odasında ollmüştur. 2007 yılında Yüksek Gerilim Trafo Merkezlerinde Manyetik Alan Seviyeleri Ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi ile benzer bir çalışma yapmış olan Özen de aynı şekilde yük akımına bağlı olarak hucere önlerindeki alan seviyelerinin diğer şalt bogelerine göre daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır.(33)

Tablo 13 Trafo Merkezleri Ortalama Manyetik Alan Değerleri

ölüm Yer Numarası	ölüm Yeri	Ortalama Manyetik Alan Değerleri ( $\mu$ T)
1	Güç Trafosu Etrafi	3,515
2	Açık şalt Kesici Etrafi	4,549
3	Açık şalt Ayırıcı Etrafi	3,530
4	Açık şalt Akım Trafosu Etrafi	2,839
5	Açık şalt Gerilim Trafosu Etrafi	2,018
6	Açık şalt Yürüme Yolu	0,963
7	Kapalı şalt	8,558
8	Kumanda Odası	0,708

Tablo 14’de eski ve yeni tip trafo merkezlerinin ortalama manyetik alan değerleri verilmiştir. Tablo 14 incelendiğinde, IBM SPSS 21.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılan ki-kare ( $\chi^2$ ) analizi sonuçlarına göre, eski tip ve yeni tip trafo merkezlerinde kapalı şalt ( $p=0,023$ ) ile açık şalt yürüme yolunda ( $p=0,014$ ) anlamlı bir farklılık bulunmuş, güç trafosu etrafi ( $p=0,775$ ), açık şalt kesici etrafi ( $p=0,103$ ), açık şalt ayırıcı etrafi ( $p=0,607$ ), açık şalt akım trafosu etrafi ( $p=0,794$ ), açık şalt gerilim trafosu etrafi ( $p=0,204$ ) ve kumanda odasında ( $p=0,198$ ) anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 14 Eski ve Yeni Tip Trafo Merkezleri Ortalama Manyetik Alan Değerleri ve Ki-Kare Analiz Çıktısı

Ölçüm Yeri	Eski Tip Trafo Ortalama Manyetik Alan ( $\mu\text{T}$ )	Yeni Tip Trafo Ortalama Manyetik Alan ( $\mu\text{T}$ )	$\chi^2$ Analizi p Değeri
Güç Trafosu Etrafı	2,983	4,357	0,775
Açık Şalt Kesici Etrafı	4,475	4,665	0,103
Açık Şalt Ayırıcı Etrafı	3,515	3,554	0,607
Açık Şalt Akım Trafosu Etrafı	2,675	3,179	0,794
Açık Şalt Gerilim Trafosu Etrafı	1,707	2,509	0,204
Açık Şalt Yürüme Yolu	1,167	0,640	0,014
Kapalı Şalt	12,55	2,238	0,023
Kumanda Odası	0,641	0,813	0,198

Bu anlamda inceleme yapılırsa, eski tip 19 adet trafo merkezinin kapalı şalt manyetik alan ölçüm değerlerinin ortalaması 12,55  $\mu\text{T}$  iken, yeni tip 12 adet trafo merkezinin kapalı şalt ortalama değeri 2,238  $\mu\text{T}$ 'dır. Bu farkta en büyük rolü enerjili teçhizat ile kişi arasındaki mesafe oynamaktadır. Yeni tip trafo merkezlerinde kullanılan metal clad tipi dağıtım hücreleri yapısı itibariyle daha büyük olduğundan ve enerji kabloları bodrum kattan gittiği için kişi ile enerjili teçhizat arasındaki mesafe daha fazla olmakta, bu da manyetik alan maruziyetini azaltmaktadır.

Benzer bir şekilde açık şalt yürüme yollarında da manyetik alan maruziyetinde önemli bir farklılık görülmektedir. Burada ise güç trafosu ile kapalı şalt arasındaki enerji iletimini sağlayan baraların ve kabloların pozisyonları rol oynamaktadır. Eski tip trafo merkezlerinde güç trafosunda düşürülen enerji kapalı şalta havadan çıplak bir kablo vasıtası ile iletilirken, yeni tip trafo merkezlerinde yer altına döşenmiş kablo kanalları ile

yalıtımlı bir kabloyla kumanda binasının bodrum katından iletilmektedir. Bu anlamda eski tip trafo merkezlerinde enerjili kabloya olan mesafe daha az olmakta, dolayısıyla manyetik alan maruziyeti artmaktadır.

Bunların dışında kalan 6 ölçüm noktasında trafo merkezleri tipi açısından önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Tablodan görülebileceği gibi birbirine yakın değerler olmakla birlikte, yeni tip trafo merkezlerinde ölçülen değerler biraz daha yüksektir. Yeni tip trafo merkezleri son 15 yıl içerisinde tesis edilmiş olup, gelişen teknoloji ile birlikte daha yüksek kapasitede hizmet sunmakta olduğu için daha yüklü, dolayısıyla trafolarında ölçülen akım değerleri daha yüksektir. Bu nedenle ölçülen manyetik alan değerleri ortalamaları yeni tip trafo merkezlerinde daha yüksektir.

## BÖLÜM 5

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Farklı coğrafi alanlardaki trafo merkezlerinde yapılan ölçümlerin sonucunda elde edilen manyetik alan maruziyet değerleri incelendiğinde, ulusal düzenlemelerce ve uluslararası komisyonlarca belirlenen standartlar ve tavsiye kararlarınca ön görülen çalışanlara yönelik manyetik alan maruziyet değerlerinin aşılmadığı görülmüştür.

Trafo merkezi işletme teknisyenlerinin yaptıkları işe göre en çok manyetik alana maruz kaldığı bölge, ortalama 8,558  $\mu\text{T}$  ile kapalı şaltta dağıtım hücreleri önlerinde tespit edilirken, en az maruziyet altında kaldıkları alan ise 0,708  $\mu\text{T}$  ile kumanda odası olarak tespit edilmiştir.

Uygulama yapılan trafo merkezlerinin farklı coğrafi alanlarda kurulmuş olması köy, kasaba, şehir merkezi, sanayi ve fabrika gibi farklı yük ihtiyacı olan yerleşim bölgelerinde, farklı yük değerleri altında uygulama yapılabilmesi olanağını sağlamıştır.

Burada göz ardı edilmemesi gereken bir husus ise, manyetik alan kavramının 2. Bölümde ifade edildiği gibi akım miktarına göre değişiklik gösterdiğiidir. Daha fazla yük talebi olan bir trafo merkezinde akım seviyesi daha yüksek olacağından o trafo merkezindeki manyetik alan maruziyeti daha fazla olacaktır. Aynı şekilde, daha yeni ve daha yüksek

kapasitede çalışabilen bir trafo merkezinde de daha yüksek akım değerleri olacağından o trafo merkezinde de manyetik alan maruziyeti fazla olacaktır.

Manyetik alan, bariyerler veya faraday kafesi gibi çeşitli uygulamalarla sönmülmesi maliyetli ve zor bir dalga olduğundan dolayı en etkili şiddet azaltma yöntemi manyetik alan oluşturan kaynaktan uzaklaşmaktır. Bunun için günümüz teknolojisinde uzaktan erişim ve uzaktan kontrol sistemleri her alanda uygulanabilir olup, trafo merkezlerinde de bunların sistemlere adapte edilmesi manyetik alana maruziyeti azaltacağı gibi, enerjili çalışmalar açısından da enerjili alanda çalışma yapılmasına gerek kalmayacağından dolayı iş güvenliği tedbirleri kapsamında fayda sağlayacaktır.

Ulusal mevzuatta iyonlaştırıcı olmayan manyetik alan maruziyeti konusunda yalnızca, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2010 yılında yayınladığı “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik” bulunmakta, bunun dışında çalışanların mesleki maruziyetleri konusunda bir düzenleme bulunmamaktadır.

İndirici tip “154kV / 34,5kV” trafo merkezleri iletim hattından gelen yüksek enerjinin dağıtım şebekesine verilebilmesi için şehir girişlerine kurulan bir sistemdir. Şehir girişlerine kurulan trafo merkezleri zamanla şehirlerin gelişmesi, büyümesi ve nüfus artışı nedeniyle şehir içlerinde kalabilmektedir. Yüksek yatırım maliyet gereksinimleri nedeniyle büyük şehirlerde pek çok trafo merkezi bu şekilde şehir merkezinde kalmıştır. Bu konuda ilgili düzenleme Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği’nde madde 6’da düzenlenmiş olup, elektrik tesislerinin yakınlarında bulunan elektromanyetik

alanlara karşı duyarlı tesislere etkilerinin müsaade edilebilir sınırlar içerisinde kalacak şekilde yapılması şart koşulmuştur. Burada yalnızca civarında bulunan tesisler için bir hüküm konulmuş olup, ilgili trafo merkezi çalışanları veya halkın maruziyeti için bir kısıtlamaya gidilmemiştir.

Uluslararası komisyonlar veya gelişmiş ülkelerdeki düzenlemeler göz önüne alınarak ülkemizde de çalışanların mesleki maruziyetleri konusunda düzenlemeler yapılması yalnızca trafo merkezi çalışanları için değil, fabrika çalışanları, enerji üretim santrali çalışanları gibi iyonize olmayan tip manyetik alan olan bölgelerde çalışan personeller için iş sağlığı açısından olumlu fayda sağlayacaktır.

Bu çalışma yalnızca özel bir çalışma grubu için belirli imkanlar dahilinde yapılmıştır. Elektrik tüketiminin en yüksek olduğu puant saat döneminde çalışma gerçekleştirilerek ya da enerji sektörünün üretim, iletim, dağıtım kollarında çalışan bakım onarım ekipleri, canlı bakım ekipleri gibi çalışanlar da araştırma kapsamına dahil edilerek daha kapsamlı bir çalışma literatüre kazandırılabilir.

Bu çalışma kapsamında çalışanlar için manyetik alan maruziyet değerlerinin, belirlenmiş standartlara göre limit değerleri aşmadığı görülmüş olmakla birlikte, tehlike tam olarak ortadan kalkmamıştır. Mevcut durumda yapılan epidemiyolojik araştırmalar ve laboratuvar çalışmaları iyonize olmayan manyetik alanların sağlığa zararlarını kanıtlayamamış olsa da, çok düşük frekanslı manyetik alanların Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu'na göre insanlar için muhtemelen kanserojenik kategorisinde olması önemli bir noktadır. Bu anlamda iş sağlığı ve güvenliğinin temeli olan ve risk



kontrol hiyerarşisinde ilk sırada olan “Tehlikeyi Kaynağında Yok Et” prensibi, günümüz teknolojisinde manyetik alanın tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmadığı için uygulanamayacaktır. Ancak risk kontrol hiyerarşisindeki “Mühendislik Uygulamaları” kapsamında tehlike kaynağı ile çalışanların birbirinden uzaklaştırılması yoluyla etkili bir çözüm sağlanabilir.



## KAYNAKLAR

1. **TEİAŞ** (2016), 2016 Yılı Türkiye Elektrik İletimi Sektör Raporu, Ankara.
2. **T.C.D.D.** (2017), T.C. Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı 2012-2016, Ankara
3. **UZUNOĞLU, M., ERDİNÇ, O.**(2013), Akıllı Şebekelere Giriş, Nobel Yayınevi, İstanbul.
4. **NIEHS** (1999), Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields, Rapor No: 99-4493, National Institute of Environmental Health Sciences, North Carolina.
5. **NIEHS** (2002), Electric and Magnetic Fields Associated with the Use of Electric Power Questions and Answers, National Institute of Environmental Health Sciences, North Carolina.
6. **BARNES, F.S.** (1995), Typical Electric and Magnetic Field Exposures at Power-Line Frequencies and Their Coupling to Biological Systems, *Electromagnetic Fields, Biological Interactions and Mechanisms*, Edt. Blank M., American Chemical Society, Washington DC, 37-55.
7. **PANAGOPOULOS, D.J.** (2013), Electromagnetic Interaction Between Environmental Fields and Living Systems Determines Health and Well-Being, *Electromagnetic Fields: Principles, Engineering Applications, and Biophysical Effects* Edt. Yoon, S., Kwang, M., Hauppauge, New York, Nova Science Publishers,Inc. ISBN:978-1-62417-063-8
8. **DELL'OMO, G., COSTANTINI, D., LUCINI V., ANTONUCCI, G., NONNO, R., POLICHETTI, A.** (2009), Magnetic Fields Produced By Power Lines do not Affect Growth, Serum Melatonin, Leukocytes and Fledging Success in Wild Kestrels, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 372-376, Part C 150

9. **KOŞALAY, İ.** (2008), Enerji İletim Hatlarının Meydana Getirdiği Elektromanyetik Alanlar Ve Değerlendirmeler, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu UTES 2008 (17-19 Aralık 2008), Ed. Z. Şen, A.D. Şahin, İstanbul, 101-110.
10. **TOURAB, W., BABOURI, A.** (2015), Measurement And Modeling of Personal Exposure to the Electric And Magnetic Fields in The Vicinity of High Voltage Power Lines, Safety and Health at Work, 102-110, Vol. 7
11. **HELHEL, S., ÖZEN, Ş.** (2010) Evaluation of Residential Exposure to Magnetic Field Produced by Power Lines Near Homes and Working Environments, International Journal of Engineering and Applied Sciences, 1-10, Vol. 2
12. **SAFIGIANNI, A.S., KOSTOPOULOU, A.**(2006), Electric and Magnetic Field Measurements in an Indoor Electric Power Substation, Journal of Materials Processing Technology, 126-130, Vol. 181
13. **YAMAGUCHI-SEKINO, S., OJIMA, J., SEKINO, M., HOJO, M., SAITO, H., OKUNO, T.** (2011), Measuring Exposed Magnetic Fields of Welders in Working Time, Industrial Health, 274-279, Vol. 49
14. **SCENIHR** (2015), Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF), Rapor No: ND-AS-13-004-EN-N , Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Luxembourg.
15. **IARC** (2002), IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields, yayın no.80, IARC Press, Lyon.
16. **SALEHI, I., SANI, K.G., ZAMANI, A.** (2012), Exposure of Rats to Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF-EMF) Alters Cytokines Production, Electromagnetic Biology and Medicine Early Online, 1-8, DOI: 10.3109/15368378.2012.692343
17. **ÇINAR, K.** (2006), Elektromanyetik Alan, TÜBİTAK Bilim ve Teknik, 80-81, Sayı 8

18. **TMMOB EMO İZMİR ŞUBESİ**, Elektromanyetik Alanların Etkileri, İzmir
19. **BRUNE. D., HELLBORG, R., PERSSON, B.R.R., Paakkönnen, R.** (2001), Radiation at Home, Outdoors and in the Workplace, Scandinavian Science Publisher, Norway, ISBN 82-91833-02-8
20. **HOLZNER, S.** (2006), Physics For Dummies, Wiley, Indiana
21. **MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI** (2007), MEGEP Elektrik Elektronik Teknolojisi Transformatör Merkezleri, yayın no.522E0126, Ankara.
22. **ÜRGÜPLÜ, Z.** (2008), Elektrobank Elektroteknik Bilgi Bankası, Ankara
23. **TEİAŞ SETGEM** (2014), Yüksek Gerilim Şalt Teçhizatları, yayın no.1 Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü Baskı Ünitesi, Manisa.
24. **İÇLİ, T.** (1987), Sosyal Bilimlerde İstatistik, H.Ü. Fen Fakültesi Basımevi, Beytepe
25. **KUL, S.** (2014) İstatistik Sonuçlarının Yorumu: p Değeri ve Güven Aralığı Nedir, Türk Toraks Derneği Plevra Bülteni, 11-13, Cilt 8, Sayı 1, DOI:10.5152/pb.2014.003
26. **EUROPEAN COUNCIL** (1999), Council Recommendation of 12 July 1999 on the Limitation of Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz) 1999/519/EC, Official Journal of the European Communities, L199/59
27. **COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES** (2008), Second Implementation Report 2002-2007, Brussels
28. **ICNIRP** (2010), For Limiting Exposure to Time Varying Electric and Magnetic Fields (1Hz-100 kHz), Health Physics, 818-836, Vol. 99(6).

29. **EUROPEAN PARLIAMENT** (2013), Directive 2013/35/EU of The European Parliament And Of The Council of 26 June 2013, Official Journal of the European Union, 1-21, Vol.56 L 179.
30. **ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI** (2010), İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete, Sayı. 27651.
31. **TÜRKKAN, A., PALA, K.** (2009), Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 11-22, Cilt 14 Sayı 2
32. **TEİAŞ SETGEM** (2014), Trafo Merkezi İşletme Teknisyeni Bilgi-Beceri, yayın no.14 Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Tesisleri İşletme Müdürlüğü Baskı Ünitesi, Manisa.
33. **ÖZEN, Ş.** (2007), Yüksek Gerilim Trafo Merkezlerinde Manyetik Alan Seviyeleri Ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi, 12. Ulusal Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (14-18 Kasım 2007), Ed. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Eskişehir 1-3.

## EKLER

### Ek A

#### Trafo Merkezi İşletme Teknisyeni Görevleri

1. Güç Trafosu İşletme Kontrolleri
2. Güç Trafosu Bakım Sonrası Kontrolü
3. Parafudrların İşletme Kontrolleri
4. Akım/Gerilim Ölçü Transformatörleri Devreye Almadan Önce Yapılan Kontrolleri
5. Akım/Gerilim Ölçü Transformatörleri İşletme Kontrolleri
6. Ayırıcılar (1-36kV) Kapatmadan Önce Yapılan Kontroller
7. Ayırıcılar (1-36kV) İşletme Kontrolleri
8. Ayırıcıların (1-36kV) Açılması
9. Ayırıcıların (1-36kV) Kapatılması
10. Ayırıcılar (154kV-380kV) Kapatmadan Önce Yapılan Kontroller
11. Ayırıcılar (154kV-380kV) İşletme Kontrolleri
12. Ayırıcıların (154kV-380kV) Yakından Açılması ve Kapatılması (Mekaniki)
13. Ayırıcıların (154kV-380kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması (Elektriki)
14. Ayırıcıların (154kV-380kV) Yakından Açılması ve Kapatılması (Elektriki)
15. Gazlı Kesiciler (1-36kV) Yakından Açılması ve Kapatılması
16. Gazlı Kesiciler (1-36kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
17. Az Yağlı Kesiciler (1-36kV) Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller
18. Az Yağlı Kesiciler (1-36kV) İşletme Kontrolleri
19. Az Yağlı Kesiciler (1-36kV) Yakından Açılması ve Kapatılması
20. Az Yağlı Kesiciler (1-36kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
21. Az Yağlı Kesiciler (1-36kV) Fider Arızasından Sonra Yapılması Gereken Kontroller
22. Gazlı Kesiciler (154kV) Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller
23. Gazlı Kesiciler (154kV) Fider Arızasından Sonra Kesicide Yapılması Gereken Kontroller
24. Gazlı Kesiciler (154kV) İşletme Kontrolleri
25. Gazlı Kesiciler (154kV) Yakından Açılması ve Kapatılması
26. Gazlı Kesiciler (154kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
27. Havalı Kesiciler (1-36kV) Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller
28. Havalı Kesiciler (1-36kV) Fider Arızasından Sonra Kesicide Yapılması Gereken Kontroller
29. Havalı Kesiciler (1-36kV) İşletme Kontrolleri
30. Havalı Kesiciler (1-36kV) Yakından Açılması ve Kapatılması
31. Havalı Kesiciler (1-36kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
32. Havalı Kesiciler (154kV) Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller

33. Havalı Kesiciler (154kV) Fider Arızasından Sonra Kesicide Yapılması Gereken Kontroller
34. Havalı Kesiciler (154kV) İşletme Kontrolleri
35. Havalı Kesiciler (154kV) Yakından Açılması ve Kapatılması (Mekaniki)
36. Havalı Kesiciler (154kV) Yakından Açılması ve Kapatılması (Elektriki)
37. Havalı Kesiciler (154kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
38. Az Yağlı Kesiciler (380-154kV) Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller
39. Az Yağlı Kesiciler (380-154kV) Fider Arızasından Sonra Kesicide Yapılması Gereken Kontroller
40. Az Yağlı Kesiciler (380-154kV) İşletme Kontrolleri
41. Az Yağlı Kesiciler (380-154kV) Yakından Açılması ve Kapatılması
42. Az Yağlı Kesiciler (380-154kV) Uzaktan Açılması ve Kapatılması
43. Redresörlerin Devreye Alınmadan Önce Yapılması Gereken Kontroller
44. Redresörlerin İşletme Kontrolleri
45. Redresörlerin Devreye Alınması
46. Redresörlerin Devreden Çıkarılması
47. Akü Odasının İşletme Kontrolleri
48. Akülerin Günlük Bakımları
49. Akülerin Haftalık Bakımları
50. Akülerin Aylık Bakımları
51. Akülerin Tampon Şarjı
52. Akülerin Eşitleme Şarjı
53. Akülerin Deşarjı
54. Genel DC Enerji Kesilmesi
55. İşletme Manevraları (Tek Ana Bara + Transfer Bara 1-36kV) Açma Manevrası
56. İşletme Manevraları (Tek Ana Bara + Transfer Bara 1-36kV) Kapama Manevrası
57. İşletme Manevraları (Tek Ana Bara + Transfer Bara 1-36kV) Fiderin Transferden Beslenmesi
58. İşletme Manevraları (Tek Ana Bara + Transfer Bara 1-36kV) Transferden Beslenen Fiderin Normal İşletme Şartlarına Getirilmesi
59. İşletme Manevraları (Çift Ana Baralı Sistem 1-36kV) Açma Manevrası
60. İşletme Manevraları (Çift Ana Baralı Sistem 1-36kV) Kapama Manevrası
61. Çift Ana Baralı Sistemde Baraların Birleştirilmesi (1-36kV)(İki trafo farklı baralar üzerinden bağımsız çalışıyor)
62. Çift Ana Baralı Sistemde Baraların Bağımsız Hale Getirilmesi (1-36kV)
63. Çift Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (1-36kV) Açma Manevrası
64. Çift Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (1-36kV) Kapama Manevrası
65. Çift Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (1-36kV) Fiderlerin Transferden Beslenmesi
66. Çift Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (1-36kV) Transferden Beslenen Fiderin Normal İşletme Şartlarına Getirilmesi
67. Tek Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (154kV) Açma Manevrası
68. Tek Ana Bara + Transfer Baralı Sistem (154kV) Kapama Manevrası

69. Fiderin Tersten Beslenmesi (154kV)
70. Transferden Beslenen Fiderin Normal İşletme Şartlarına Getirilmesi (154kV)
71. 380-154kV Müsaadeli Çalışmalar (Açma)
72. 380-154kV Müsaadeli Çalışmalar (Kapama)
73. Arıza Halleri Manevrası (154kV) Kapama Manevası
74. Arıza Halleri Manevrası (154kV) Genel İnkita (kesinti)
75. Güç Trafoları Korumaları - Diferansiyel Koruma
76. Güç Trafoları Korumaları - Buchholz Koruma
77. Güç Trafoları Korumaları – Tank Koruma
78. Güç Trafoları Korumaları – Termik Koruma
79. Güç Trafoları Korumaları – Yağ Seviye Koruma
80. Güç Trafoları Korumaları – İzole Sistemde Toprak Koruma
81. Güç Trafoları Korumaları – Trafo Aşırı Akım Koruma(Giriş-Çıkış)
82. Fider Korumaları – Aşırı Akım ve Toprak Koruma
83. 154kV Fider Korumaları (Mesafe Koruma)
84. Şönt Kapasitörler – İşletme Kontrolleri
85. Şönt Kapasitörler – Bakımdan Sonra Yapılması Gereken Kontroller
86. Şönt Kapasitörler – Devreye Alınması
87. Nötr Dirençleri – İşletme Kontrolleri
88. Nötr Dirençleri – Nötr Direnci Kısa Devre Koruması (IR)
89. Nötr Dirençleri – Nötr Direnci Kopukluk Koruması (UR)





Ek C

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı, Soyadı:** Umut Çetin Sağdıçoğlu  
**Doğum Tarihi ve Yeri:** 02.07.1989 , Ankara  
**Telefon:** 0555 566 21 43  
**E-mail:** umutsagdicoglu@gmail.com



### EĞİTİM DURUMU

Derece	Okul	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Çankaya Üniversitesi İş Sağlığı ve İş Güvenliği A.B.D.	2018
Lisans	Başkent Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği	2012
Lise	Gazi Koleji Özel Fen Lisesi	2006

### İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Pozisyon
2015 – Devam	Eltemtek A.Ş.	İş Güvenliği Uzmanı (B)
2015	Aramis Danışmanlık Şirketler Grubu	İş Güvenliği Uzmanı (B)
2012-2015	Mesa Elektrik Ltd. Şti.	Elektrik Mühendisi İş Güvenliği Uzmanı (C)
2011	Aselsan A.Ş.	Stajyer Mühendis
2010	Ekon Kontrol Sistemleri Ltd. Şti.	Stajyer Mühendis

### YABANCI DİL

İngilizce İyi, Almanca Başlangıç

### İLGİ ALANLARI

Gitar (ileri seviye), Amatör Aşçılık, Teknoloji